КАКЪ ОПРЕДѢЛЯТЬ МИНЕРАЛЫ?

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО КЪ ИЗСЛѢДОВАНІЮ ИХЪ СЪ ПОМОЩЬЮ ПРОСТЫХЪ ИСПЫТАНІЙ.

Изданіе второе, дополненное.

(Съ 12 рисунками въ текстѣ).

П. В. Кротковъ.

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО
„НАУКА".
МОСКВА—1916 г.

Книгоиздательство „Наука".

Р. К. Пеннетъ. Менделизмъ. 1913 г. 1 р. 50 к.

Л. Донкастеръ. Наслѣдственность въ свѣтѣ новѣйшихъ изслѣдованій. 1913 г. 80 к.

К. Корренсъ. Новые законы наслѣдственности. 1913 г. 80 к.

А. П. Артари. Руководящіе принципы оцѣнки воды по ея флорѣ. 1913 г. 50 к.

Н. В. Воронковъ. Планктонъ прѣсныхъ водъ. 1913 г. 2 р.

Д. Скоттъ. Эволюція растительнаго міра. 1914 г. 1 р. 50 к.

Коксъ. За предѣлами атома. 1914 г. 1 р.

М. Фишеръ. Введеніе въ коллоидальную физіологію. Часть I. „Отекъ" 3 р. Часть II. „Нефритъ" 2 р. 25 к.

Ламаркъ. Философія зоологіи. 1911 г. 2 р.

А. Сѣверцовъ. Этюды по теоріи эволюціи. 1912 г. 2 р. 50 к.

А. Н. Сѣверцовъ, проф. Современныя задачи теоріи эволюціи. 1914 г. 80 к.

Калкинсъ. Протозоологія. 1911 г. 2 р. 50 к.

Е. Арберъ. Естественная исторія угля. 1915 г. 1 р.

Кащенко, проф. Смерть и долголѣтіе съ біологической точки зрѣнія. 1914 г. 45 к.

Дришъ, проф. Витализмъ, его исторія и система. 1915 г. 1 р. 20 к.

В. Оствальдъ. Колесо жизни. 1912 г. 40 к.

С. Аррениусъ. Судьба планетъ. 1912 г. 30 к.

С. Аррениусъ. Вселенная. 1912 г. 20 к.

В. Фридманъ. Свѣтъ и матерія. 1912 г. 1 р. 25 к.

О. Гертвигъ. Развитіе біологіи въ XIX столѣтіи. Изд. 2-е. 35 коп.

В. Линдъ. Практическое руководство къ опредѣленію звѣрей, водящихся въ Европ. Россіи. 1911 г. 35 к.

Челинцевъ, проф. Основныя химическія понятія. 1912 г. 35 коп.

Я. Щелкановцевъ. Краткій курсъ зоологіи. 1913 г. 2 р. 50 к.

Н. Ульяновъ. „Химія на службѣ человѣку". 65 к.

Александровъ. Какъ опредѣлить количество кислорода, содержащагося въ водѣ. 1915 г. 1 р.

В. Завьяловъ, проф. Очерки по физіологіи. 1915 г. 2 р. 50 коп.

Памяти

Павла Карловича

Алексата

посвящено это изданіе.

Предисловіе къ І-му изданію.

Цѣль предлагаемой маленькой книжечки—научить изслѣдовать и опредѣлять минералы съ помощью простыхъ физическихъ и химическихъ испытаній. Потребность въ такомъ руководствѣ чувствуется въ настоящее время и въ высшихъ учебныхъ заведеніяхъ, и въ среднихъ школахъ, и въ народныхъ университетахъ, и на популярныхъ естественно-научныхъ курсахъ, устраиваемыхъ обществами любителей естествознанія *), и въ такъ называемыхъ „кружкахъ саморазвитія", и при самостоятельныхъ занятіяхъ отдѣльныхъ любителей природы. Въ настоящее время дѣло обстоитъ такимъ образомъ, что, имѣя даже въ рукахъ удовлетворительный опредѣлитель въ родѣ „Таблицъ для опредѣленія минераловъ" Кобелля, лица, не знакомыя съ иностранными языками, все же не могутъ приступить къ опредѣленію по нему того или иного минерала по неимѣнію чисто практическихъ указаній, какъ это сдѣлать. Образцы найденныхъ минераловъ часто годами лежатъ у частныхъ лицъ въ ожиданіи случайнаго проѣзда спеціалиста собранныя коллекціи остаются не опредѣленными, мѣстная неорганическая природа не изученной. А между тѣмъ научиться изслѣдованію и опредѣленію минераловъ не только не трудно, помимо того, еще и глубоко поучительно и интересно. Въ предлагаемой брошюркѣ собрано все, что казалось составителю наиболѣе существеннымъ на основаніи какъ его личнаго опыта, такъ и указаній иностранныхъ руководствъ, изъ которыхъ самымъ обстоятельнымъ и полнымъ слѣдуетъ признать капитальный трудъ американскихъ минералоговъ Brush and Penfield „Manual of determinative mineralogy". Большинство практическихъ указаній, равно какъ и всѣ приведенныя въ текстѣ таблицы, позаимствованы изъ этой именно книги.

Авторъ.

---

*) О дѣятельности обществъ любителей естествознанія въ провинціи см. очеркъ въ № 11 „Свободнаго воспитанія" за 1908 г.

Предисловіе ко II-му изданію.

Первое изданіе этой книжки было сочувственно встрѣчено во многихъ учебныхъ заведеніяхъ, гдѣ ведется обученіе опредѣленію минераловъ, и что особенно дорого автору, оно оказало помощь людямъ, принужденнымъ изучать это дѣло самостоятельно. Въ виду этого, на улучшеніе перваго изданія было обращено большое вниманіе. Просмотрѣнъ заново весь данный уже матеріалъ, введены дополненія въ видѣ краткой программы методологическихъ занятій, облегчены на примѣрахъ первые шаги приступающаго къ опредѣленію, переработаны параграфы о структурѣ минераловъ, дополнительныхъ методахъ изслѣдованія, устройствѣ портативной лабораторіи, намѣчены жирнымъ шрифтомъ подзаголовки въ текстѣ и т. д. Всѣ замѣчанія о недостаткахъ первой редакціи, какія приходилось слышать автору, приняты во вниманіе.

Послѣ выхода перваго изданія, осенью 1913 г. Московскій Университетъ понесъ трудно замѣнимую утрату: погибъ трагической смертью завѣдывавшій лабораторіей минералогическаго кабинета П. К. Алексатъ, много лѣтъ работавшій рука объ руку съ проф. В. И. Вернадскимъ. Каждый, кто интересовался минералогической практикой и кому выпала удача учиться ей у этого руководителя, навѣрно сохранитъ о немъ теплое, благодарное чувство. Это былъ искренній ученый, съ глубокой любовью къ природѣ, минералогическому матеріалу, лабораторіи и работѣ, широко и глубоко знавшій свое дѣло. Это былъ человѣкъ съ неугасавшимъ броженіемъ мысли, радушно встрѣчавшій каждаго, кто приходилъ къ нему учиться. Каждый ученикъ его помнитъ и то неослабѣвавшее вниманіе, съ которымъ онъ слѣдилъ за его работой, и тѣ незабываемые совѣты, которые были отъ него получены. Сохранимъ же о немъ навсегда свою память.

Авторъ.

Приступая къ минералогическому изслѣдованію какого-либо „камня“ или какой-нибудь „земли“, нужно прежде всего помнить, что предметомъ такого изслѣдованія могутъ быть только настоящіе минералы, т.-е. „въ мельчайшихъ своихъ частицахъ однородныя по физическимъ свойствамъ и химическому составу вещества, входящія въ составъ земной коры“. Такія вещества, какъ почва, песокъ, мергель, гранитъ, представляя изъ себя иногда очень сложныя смѣси, могутъ, правда, быть разложены съ большимъ или меньшимъ успѣхомъ на свои составныя минеральныя части. Съ помощью лупы и пинцета, отмучиванія водою, погруженія въ тяжелыя жидкости, накаливанія на сильномъ огнѣ и дѣйствія различныхъ кислотъ могутъ быть получены изъ нихъ въ чистомъ видѣ входящіе въ ихъ составъ кварцъ, углекислая известь, глина, полевой шпатъ, слюда и т. п., которые представляютъ изъ себя уже настоящіе минералы. Минералы же эти могутъ быть изслѣдованы потомъ по порядку. Но во всѣхъ этихъ случаяхъ примѣненіе минералогическаго способа изслѣдованія является только болѣе или менѣе неполнымъ, подсобнымъ средствомъ, дополняющимъ собою тѣ особенные способы, которые примѣняются при изслѣдованіи почвъ и горныхъ породъ въ почвовѣдѣніи и петрографіи. Настоящимъ же предметомъ минералогическаго изслѣдованія остаются все-таки отдѣльные минералы.

Взявши, такимъ образомъ, совершенно однородный по внѣшнему виду кусокъ какой-либо породы и очистивъ его отъ всѣхъ случайныхъ примѣсей, приступаютъ къ изслѣдованію его физическихъ свойствъ и его химическаго состава.

Главнѣйшія физическія свойства, которыя должны быть при

этомъ изучены въ первую очередь—это цвѣтъ минерала и блескъ, его твердость, строеніе и относительная тяжесть.

Нужно замѣтить, что **цвѣтъ** минерала слѣдуетъ наблюдать на свѣжихъ изломахъ и отколахъ. Есть цѣлый рядъ минераловъ, особенно изъ числа металловидныхъ, обнаженная поверхность которыхъ быстро подвергается воздѣйствію воздуха и принимаетъ совершенно новый видъ иногда въ теченіе какихъ-нибудь сутокъ. Естественный цвѣтъ минерала узнается, такимъ образомъ, только по его свѣжимъ обломкамъ и при этомъ приходится уже пустить въ дѣло небольшой минералогическій молотокъ и наковальню. Вошедшіе въ минералогическую практику молотки устраиваются различно, но лучшимъ изъ нихъ слѣдуетъ признать молотокъ Платнера (рис. 1), который при длинѣ своей металлической части въ $6^{1}/_{2}$ сантиметровъ (рис. 2) на одномъ концѣ имѣетъ расширенную четырехугольную пятку, величиною въ одинъ кв. сант., а на другомъ утоньшенъ въ плоское долотце. Ручка изъ крѣпкаго дерева, обыкновенно изъ бука или дуба, имѣетъ около 20 сант. длины. Наковальня же представляетъ изъ себя просто квадратную плитку лучшей инструментальной стали, толщиною обыкновенно въ 1 сант., а по сторонамъ въ четыре сантиметра.

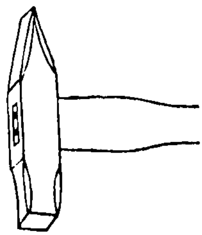


Рис. 1. Молотокъ Платнера.

Отколовши кусокъ минерала и всмотрѣвшись въ цвѣтъ свѣжеобнаженной поверхности, слѣдуетъ опредѣлить дальше цвѣтъ его порошка. Очень многіе минералы, особенно изъ числа окрашенныхъ въ темные тона, въ порошкѣ становятся свѣтлѣе, и это обстоятельство имѣетъ иногда очень важное значеніе при опредѣленіи. Узнать же цвѣтъ порошка даннаго минерала можно очень просто, не тратя времени и матеріала на его растираніе. Для этого слѣдуетъ воспользоваться небольшой матовой пластинкой изъ фарфора, какія употребляются, напримѣръ, при изслѣдованіи мышьяка и продаются для этой цѣли. Простая черта, проведенная свѣжимъ обломкомъ минерала по такой



Рис. 2. Два сантиметра, раздѣленныхъ на миллиметры.

пластинкѣ, покажетъ цвѣтъ его въ порошкообразномъ состояніи.

Но гораздо важнѣе цвѣта, который является однимъ изъ самыхъ подвижныхъ признаковъ минераловъ и играетъ поэтому при опредѣленіи ихъ только второстепенную роль,—тотъ характеръ, какой имѣетъ отраженіе отъ ихъ поверхности солнечнаго свѣта, „игра" на нихъ свѣта, ихъ **блескъ.** Блескъ минераловъ положенъ въ самое основаніе имѣющихся въ настоящее время опредѣлителей и долженъ быть наблюдаемъ съ особеннымъ вниманіемъ. Въ виду большого постоянства этого признака для отдѣльныхъ минераловъ, оказалось полезнымъ и возможнымъ различать въ немъ нѣсколько оттѣнковъ. Такъ, прежде всего отличаютъ минералы съ *металлическимъ* блескомъ, который легко представить себѣ при наблюденіи различныхъ металловъ, но очень трудно характеризовать какими-либо словами. Принадлежащіе сюда минералы, каковы хотя бы галенитъ или пиритъ, совершенно лишены прозрачности, даже въ своихъ тончайшихъ осколкахъ, и порошокъ ихъ, несмотря на свѣтлую иногда окраску самого минерала, бываетъ черняго или совершенно темнаго цвѣта. Такіе минералы выдѣляются существующими опредѣлителями въ особую группу, и къ нимъ же относятся тѣ переходные минералы, которые обладаютъ такъ называемымъ *полуметаллическимъ* блескомъ. Это тѣ минералы, которые, подобно хотя бы лимониту или хромиту, „окрашены въ темные цвѣта и не имѣютъ настоящаго металлическаго блеска". Въ своихъ тончайшихъ осколкахъ они уже нѣсколько прозрачны, а черта ихъ на фарфоровой пластинкѣ оказывается уже въ значительной степени свѣтлѣе черты компактныхъ минераловъ. Всѣ остальные минералы, болѣе или менѣе прозрачные на свѣту и дающіе при испытаніи черту бѣлой или блѣдной цвѣтной окраски, относятся къ группѣ „не обладающихъ металлическимъ блескомъ", при чемъ для этой группы различается обыкновенно шесть слѣдующихъ видовъ блеска. *Алмазный,* особенно сильный и почти искрящійся блескъ, какой можно наблюдать, напримѣръ, у сфалерита, церуссита, алмаза; *стеклянный,* менѣе сильный и похожій на блескъ стекла или кристалловъ кварца; *смолистый,* напоминающій блескъ смолы, опала, асфальта; *жирный* — когда кажется, что поверхность

минерала какъ будто маслится, какъ это наблюдается хотя бы на нефелинѣ и на нѣкоторыхъ разностяхъ серпентина; *жемчужный,* отливающій легкими радужными цвѣтами, какъ внутренняя поверхность двустворчатой раковины или нѣкоторыя грани кристалловъ апофиллита и стильбита, и *шелковистый,* напоминающій блескъ смотаннаго въ пучокъ шелка и наблюдаемый на такихъ минералахъ, которые, подобно нѣкоторымъ разностямъ гипса или лимонита, имѣютъ тонко-волокнистое строеніе.

Какъ видно изъ приведенныхъ опредѣленій, различеніе всѣхъ этихъ восьми видовъ блеска дѣлается почти исключительно на-глазъ и требуетъ поэтому извѣстнаго навыка, для пріобрѣтенія котораго нужно присмотрѣться къ какой-нибудь коллекціи минераловъ и, опираясь на только что приведенные примѣры, запечатлѣть въ себѣ свойственные имъ переливы свѣта.

Гораздо проще можно научиться опредѣленію другого важнаго физическаго свойства минераловъ — ихъ **твердости**. Для того, чтобы судить о твердости того или иного минерала, принята въ настоящее время предложенная нѣмецкимъ минералогомъ Моосомъ и впослѣдствіи нѣсколько измѣненная особая сравнительная шкала, состоящая изъ десяти слѣдующихъ минераловъ.

Названіе минерала.	Его тверд.
Талькъ	1
Гипсъ	2
Кальцитъ	3
Флюоритъ	4
Апатитъ	5
Ортоклазъ	6
Кварцъ	7
Топазъ	8
Корундъ	9
Алмазъ	10

Употребляя эту шкалу, слѣдуетъ имѣть въ виду, что оцѣнка твердости вошедшихъ въ нее минераловъ сдѣлана совершенно условно. Если на самомъ дѣлѣ опредѣлить съ помощью соотвѣтствующихъ приборовъ твердость всѣхъ этихъ минераловъ, то

окажется, что самый твердый изъ нихъ, алмазъ, будетъ тверже самаго мягкаго, талька, но въ 10, а въ $3^1/_2$ милліона разъ. Равнымъ образомъ и соотношеніе между всѣми остальными членами шкалы окажется очень невыдержаннымъ. Твердость флюорита превышаетъ, напримѣръ, твердость рядомъ стоящаго съ нимъ кальцита только на $^1/_7$, тогда какъ корундъ превосходитъ твердость сосѣдняго съ нимъ топаза больше, чѣмъ въ пять разъ. Несмотря на такіе недостатки, шкала эта вошла въ настоящее время во всеобщее употребленіе, и наборъ входящихъ въ нее минераловъ составляетъ непремѣнную принадлежность каждой минералогической лабораторіи. Пользуются же ею слѣдующимъ образомъ. Берутъ изслѣдуемый минералъ и острымъ концомъ или угломъ его царапаютъ наиболѣе ровную поверхность образцовъ, начиная съ болѣе мягкихъ, и доходятъ такимъ образомъ до того, на которомъ остается только слабый слѣдъ при энергичномъ нажимѣ взятымъ для сравненія минераломъ. Если при этомъ окажется, что и взятый для изслѣдованія минералъ чертится, въ свою очередь, образцомъ изъ шкалы, то, очевидно, твердость ихъ будетъ одинакова. Такъ, если опредѣляемый минералъ оставляетъ едва замѣтную черту на ортоклазѣ, не оставляя уже никакого слѣда на сосѣднемъ съ нимъ кварцѣ, и самъ, въ свою очередь, чертится ортоклазомъ, то твердость его будетъ одинаковой съ твердостью ортоклаза и должна быть обозначена балломъ 6, согласно приведенной шкалѣ. Если же случилось бы такъ, что данный минералъ, оставляя черту на ортоклазѣ и не черти кварца, не былъ бы способенъ получать черту отъ ортоклаза, то твердость его, очевидно, была бы промежуточной между ортоклазомъ и кварцемъ и должна бы быть обозначена промежуточнымъ между ними балломъ 6,5. Опредѣленіе твердости того или иного минерала не представляетъ изъ себя, такимъ образомъ, никакой трудности. Стоитъ только опредѣлить, какой изъ минераловъ шкалы еще можетъ имъ чертиться и чертится ли онъ взаимно этимъ минераломъ изъ шкалы. И единственная предосторожность, которую слѣдуетъ имѣть при этомъ въ виду, это необходимость точно убѣдиться, что черта, оставшаяся на минералѣ послѣ испытанія его другимъ минераломъ, есть дѣйствительно борозда, оставленная

болѣе твердымъ тѣломъ, а не полоса болѣе хрупкаго матеріала, оставшаяся послѣ нажима на его поверхность. Въ такомъ случаѣ очень легко можно было бы впасть въ ошибку, принявъ сравнительно хрупкій или мягкій минералъ за болѣе твердый, и чтобы предупредить такое недоразумѣніе, поцарапанная поверхность минерала послѣ каждаго испытанія на твердость должна быть обтерта.

Указаннымъ способомъ возможно почти всегда опредѣлить, такимъ образомъ, твердость даннаго минерала, и непреодолимое затрудненіе представляютъ только тѣ матеріалы, которые, подобно хотя бы нѣкоторымъ разностямъ гематита, представляютъ изъ себя хрупкіе аггрегаты мелкихъ кристалловъ, которые разсыпаются при первой же попыткѣ опредѣленія ихъ твердости.

Но часто случается, что твердость какого-либо вещества требуется опредѣлить, не имѣя подъ рукою входящихъ въ шкалу минераловъ, и въ этихъ случаяхъ приходится пользоваться болѣе грубыми и простыми способами, имѣющими, однако, широкое примѣненіе, благодаря тому, что эти грубыя единицы сравненія имѣются всегда подъ рукою. Для такихъ случаевъ полезно помнить, что ноготь очень легко можетъ скоблить талькъ. Кальцитъ уже совсѣмъ не скоблится ногтемъ, но хорошимъ стальнымъ ножомъ чертится свободно. Апатитъ чертится ножомъ только съ трудомъ, а ортоклазъ принимаетъ отъ него черту только тогда, когда она проведена самымъ кончикомъ и притомъ при очень сильномъ нажимѣ. Взаимно и клинокъ ножа можетъ чертиться ортоклазомъ. Всѣ же болѣе твердые минералы шкалы, оставляя царапину на ножѣ, сами уже не чертятся имъ и принимаютъ на себя при испытаніяхъ только сѣрую черту стали.

Третье важное для опредѣленія минераловъ свойство—это ихъ внутреннее строеніе и ихъ внѣшняя форма, т.-е. то, что извѣстно подъ общимъ именемъ **структуры.** Существуютъ минералы, которые, подобно хотя бы разнаго рода охрамъ, состоятъ изъ отдѣльныхъ легко разсыпающихся частицъ, и, не принимая, благодаря такой ихъ подвижности, никакой внѣшней формы, имѣютъ *рыхло-землистое* строеніе. Иногда же, какъ это можно

видѣть на примѣрѣ каолина, такого рода землистыя частицы слеживаются въ прочныя камнеподобныя массы и обладаютъ тогда *плотно-землистымъ* строеніемъ. Принадлежащіе сюда минералы легко истираются, однако, въ порошокъ. Еще болѣе компактны и прочны *аморфные* минералы, каковы опалъ и янтарь, особенностью которыхъ, подобно землистымъ веществамъ, служитъ ихъ полная однородность. Всѣ ихъ физическія свойства, а въ частности и твердость, прочность ихъ, оказываются въ нихъ одинаковыми, въ какое бы положеніе ихъ не повернули. Подобнаго рода структура можетъ быть опредѣлена съ полной несомнѣнностью только въ поляризованномъ свѣтѣ и встрѣчается въ природѣ только въ видѣ единичныхъ примѣровъ.

За исключеніемъ этихъ немногихъ случаевъ, всѣ наиболѣе уплотненные и прочные минералы имѣютъ уже кристаллическую структуру, отличительной особенностью которой служитъ, какъ извѣстно, то явленіе, что, въ противоположность веществамъ землистымъ и аморфнымъ, обладающіе ею минералы по разнымъ направленіямъ своимъ проявляютъ неодинаковыя физическія свойства. И хотя тѣ грубые и приблизительные пріемы, которые употребляются для изслѣдованія этихъ свойствъ при обычномъ опредѣленіи минераловъ, далеко не всегда пригодны для того, чтобы доказать, что свойства эти измѣняются на данномъ минералѣ въ зависимости отъ направленія, но все же весьма часто даже такими простыми средствами можно легко въ этомъ убѣдиться. Откалывая, напримѣръ, молоткомъ небольшіе куски кальцита или полевого шпата, ясно можно видѣть, что въ одномъ направленіи они раздѣляются легче, чѣмъ въ другомъ.

Такіе кристаллическіе минералы встрѣчаются въ природѣ въ двухъ формахъ: *скрыто-кристаллической* или *массивной* и *явно-кристаллической*.

Въ первомъ случаѣ мы имѣемъ передъ собой обломокъ плотнаго вещества, не имѣющій ни правильной геометрической формы, ни ровныхъ, блестящихъ поверхностей откола, и если отличающійся при осмотрѣ отъ плотныхъ и аморфныхъ минераловъ, то развѣ только своеіі особенной крѣпостью и по временамъ искристымъ блескомъ составляющихъ ихъ тѣло мелкихъ кри-

сталловъ, если только они замѣтны для глаза. Плотная структура съ полной несомнѣнностью можетъ быть опредѣлена иногда только съ помощью поляризаціоннаго микроскопа. Хорошими примѣрами ея могутъ служить кварцъ, халькопиритъ.

Во второмъ же случаѣ кристаллическій характеръ минерала такъ несомнѣненъ, такъ ярко обнаруживается, либо правильно геометрической формой, которую имѣетъ, либо ровными и блестящими плоскостями, по которымъ откалывается, что при первомъ же взглядѣ на него или при первомъ же ударѣ по нему молоткомъ можно бываетъ съ несомнѣнностью опредѣлить, съ какой формой сложенія имѣешь дѣло. Въ такомъ случаѣ приходится только отмѣтить, въ какой кристаллографической системѣ изслѣдуемое вещество выдѣлилось и распредѣлено ли оно въ образцѣ въ видѣ сплошной массы, въ видѣ отдѣльныхъ кристалловъ или въ видѣ сложныхъ корочекъ, щетокъ и т. п.

Суммируя сказанное, можно, такимъ образомъ, повторить, что для опредѣленія структуры взятаго для изслѣдованія вещества слѣдуетъ посмотрѣть сначала, не представляетъ ли оно изъ себя рыхлой или плотной землистой массы, не обнаруживаетъ ли признаковъ скрытой кристалличности, не колется ли по ровнымъ плоскостямъ или же оно облечено въ болѣе или менѣе ясную форму геометрическаго тѣла. Въ дополненіе же къ тому надо обратить вниманіе, нѣтъ ли во внѣшней формѣ его какихъ-либо особыхъ признаковъ, которые невольно обращаютъ на себя вниманіе и служатъ обычно характернымъ признакомъ того или другого минерала. Такъ, можно иногда наблюдать, что вся толща и поверхность минерала состоитъ какъ бы изъ отдѣльныхъ, обыкновенно очень мелкихъ зеренъ, какъ это можно видѣть на мраморѣ, и такая форма называется *зернистой*. Зерна такихъ минераловъ блестятъ на отколахъ гладкими свѣтлыми площадками и представляютъ изъ себя уже отдѣльные, тѣсно сближенные кристаллы. Въ тѣхъ случаяхъ, когда минералы залегли на большой глубинѣ, подъ давленіемъ толстаго слоя вышележащихъ породъ, они часто, подобно нѣкоторымъ разностямъ серпентина, хлорита или слюдамъ, состоятъ изъ отдѣльныхъ пластинокъ, листочковъ, чешуекъ, и строеніе ихъ называется тогда *пластинчатымъ*, *листоватымъ* или *че-*

шуйчатымъ. Далѣе, при ростѣ отдѣльныхъ кристалловъ минерала или цѣлыхъ пучковъ ихъ преимущественно въ одномъ какомъ-либо направленіи, какъ это часто наблюдается на примѣрѣ волластонита и берилла, получаются паралельныя или почти паралельныя колонки, и такое строеніе носитъ названіе *столбчатаго.* Если эти отдѣльныя колонки очень тонки, какъ это можно наблюдать на нѣкоторыхъ разновидностяхъ серпентина, амфибола (асбестъ) и гипса, то говорятъ, что онъ обладаетъ *волокнистой* структурой. Если же такія волокна или колонки или даже пластинки отходятъ въ видѣ лучей по разнымъ направленіямъ отъ одной точки, какъ это часто наблюдается въ пирофиллитѣ, пектолитѣ, ванеллитѣ, то строеніе будетъ *лучистымъ.* Вотъ главные типы строенія минераловъ, которые важно научиться различать для ихъ точнаго опредѣленія. Но помимо того, благодаря разнымъ особенностямъ своего образованія, они могутъ принимать и нѣкоторыя другія характерныя формы. Такъ, бываютъ натечныя формы въ видѣ бугорковъ, колонокъ, сталактитовъ; почковидныя, напоминающія внѣшнюю поверхность животной почки и состоящія изъ округлыхъ, гладкихъ и какъ бы перетянутыхъ площадокъ; шаровидныя и, въ частности, гороховидныя.

Въ тѣсной связи съ внутренней структурой минерала стоитъ его способность колоться и ломаться съ большей или меньшей легкостью при ударѣ, при чемъ поверхность излома или откола принимаетъ нерѣдко характерную форму. Минералы кристаллическаго сложенія обладаютъ часто, какъ уже отмѣчено, свойствомъ раскалываться по совершенно ровнымъ плоскостямъ, обнаруживая такъ называемую **спайность,** при чемъ спайность эта бываетъ *совершенной* (слюда, гипсъ), *несовершенной* (везувіанъ, гранатъ) или *мало замѣтной* (кварцъ, турмалинъ). Откалываясь по этимъ плоскостямъ, минералъ легко выбивается иногда въ какой-либо свойственный ему геометрическій многогранникъ. Такъ, напримѣръ, галенитъ часто очень легко распадается при ударѣ на отдѣльные кубы, кальцитъ—на ромбоэдры и т. д. И такое свойство его всегда служитъ важнымъ признакомъ для опредѣленія. Если же отколъ или изломъ произведены въ массивномъ минералѣ не по направленію спайности или

если отколоть или отломать кусокъ отъ минерала аморфнаго или плотно-землистаго, то получаются болѣе или менѣе неровныя плоскости. **Изломъ** такъ и называется *неровнымъ,* если образовалась неправильная, выбоистая и не характерная поверхность. При *землистомъ* изломѣ получившаяся шероховатая поверхность обыкновенно легко крошится на мелкія землистыя частицы; на *занозистомъ* торчать вверхъ болѣе или менѣе длинныя тонкія иглы; на *крючковатомъ,* который чаще всего можно видѣть на металлахъ, поверхность зазубрена неправильными зубцами; наконецъ, *раковистый* изломъ, наблюдающійся особенно часто на минералахъ съ незначительной спайностью, а равно и на аморфныхъ веществахъ, представляетъ изъ себя весьма характерныя фигуры съ округлой, концентрически углубляющейся или подымающейся поверхностью. Такіе изломы можно видѣть, напримѣръ, на стеклѣ и кварцѣ.

Подобно блеску, опредѣлять изломъ минераловъ можно легче всего научиться, просмотрѣвъ какую-либо коллекцію и получивъ свѣжіе изломы такихъ распространенныхъ и дешевыхъ веществъ, какъ серпентинъ (неровный), каолинъ (землистый), лимонитъ (занозистый), желѣзо (крючковатый) и кварцъ (раковистый).

Наконецъ, четвертое физическое свойство, очень характерное для минераловъ, обладающихъ неизмѣннымъ химическимъ составомъ и, дающее новую руководящую нить при ихъ опредѣленіи, это ихъ **удѣльный вѣсъ** или относительная тяжесть ихъ по сравненію съ водою. Для опредѣленія удѣльнаго вѣса веществъ существуетъ, какъ извѣстно, нѣсколько въ высшей степени совершенныхъ пріемовъ, опредѣляющихъ вѣсъ тѣла съ огромной точностью, но для цѣли опредѣленія минераловъ всѣ эти способы излишни. Для этихъ цѣлей достаточно воспользоваться въ высшей степени простыми неравноплечими вѣсами, которые могутъ быть очень легко изготовлены собственными силами изъ самыхъ доступныхъ матеріаловъ (рис. 3). Въ небольшую дощечку, ближе къ одному изъ ея концовъ, вставляется деревянная стойка. Верхній конецъ этой стойки имѣетъ оріентированную по длинѣ доски выемку, въ которой на тонкой стальной иглѣ вполнѣ свободно вращается неравноплечій деревянный рычагъ. Къ короткому концу рычага, который при-

близительно уравновѣшивается прикрѣпленнымъ къ нему кускомъ свинца, подвѣшиваются двѣ висящія одна надъ другой чашечки, изъ которыхъ нижняя погружена въ стаканчикъ съ водою. Длинное же плечо рычага размѣчено, начиная отъ точки опоры и до конца, на сантиметры и миллиметры. Конецъ этого плеча свободно движется въ ушкѣ второй утвержденной въ доску стойки, которая удерживаетъ его отъ слишкомъ рѣзкихъ колебаній и на которой имѣется отмѣтка, показывающая моментъ наступившаго равновѣсія.

Удѣльный вѣсъ указываетъ, во сколько разъ то или иное вещество тяжелѣе или легче воды, и чтобы судить объ удѣльномъ вѣсѣ хотя бы даннаго минерала, нужно узнать какъ

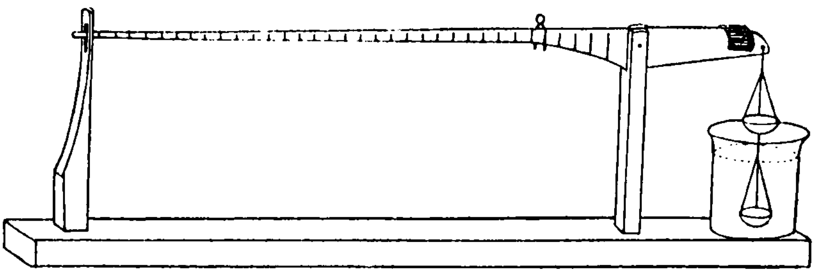


Рис. 3. Неравноплечіе вѣсы.

вѣсъ взятаго образца его, такъ и вѣсъ воды, взятой въ томъ же объемѣ. Для взвѣшиванія описанные только что вѣсы прежде всего точно уравновѣшиваются съ помощью коротенькаго кусочка проволочки или „рейтера", который свободно перемѣщается по длинному плечу рычага и можетъ быть остановленъ на немъ въ любомъ мѣстѣ въ тотъ моментъ, какъ рычагъ придетъ въ горизонтальное положеніе. Послѣ того, какъ вѣсы будутъ приведены такимъ образомъ въ надлежащее положеніе, небольшой осколокъ минерала кладется на верхнюю чашку, и вслѣдъ за тѣмъ длинное плечо вѣсовъ, естественно, приподнимается кверху. Тогда, подвѣшивая къ свободному концу этого плеча небольшую проволочку произвольнаго вѣса, изогнутую въ видѣ буквы S, усиливая, если нужно, тяжесть этой проволочки другими такими же проволочными подвѣсками

и передвигая весь этотъ грузъ въ ту или другую сторону по длинѣ рычага, снова приводятъ его въ горизонтальное положеніе. И разстояніе этого груза, отсчитанное въ сантиметрахъ и миллиметрахъ по рычагу отъ точки его опоры, будетъ выражать вѣсъ взятаго осколка въ воздухѣ (А). Остается, слѣдовательно, узнать еще вѣсъ воды, взятой въ томъ же объемѣ, въ какомъ былъ взятъ и изслѣдуемый минералъ. Но вѣсъ воды, взятой въ томъ же объемѣ, какъ и данное тѣло, опредѣлится тогда, когда мы погрузимъ это тѣло въ воду и посмотримъ, насколько потеряетъ оно при этомъ въ своемъ первоначальномъ вѣсѣ, опредѣленномъ при взвѣшиваніи его въ воздухѣ. Взятый на испытаніе осколокъ минерала долженъ быть перемѣщенъ, такимъ образомъ, въ нижнюю, погруженную въ воду, чашку и взвѣшенъ. Но при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что въ большинствѣ случаевъ какъ на поверхности, такъ и въ самой толщѣ минераловъ имѣется цѣлая система всевозможныхъ поръ и трещинъ. Въ многочисленныхъ пустотахъ этихъ скопляется воздухъ, и если взвѣсить изслѣдуемый образецъ въ водѣ, не изгнавъ изъ него предварительно этого воздуха, то вѣсъ его окажется легче дѣйствительнаго. Не говоря уже о такихъ минералахъ, которые имѣютъ ясно неплотное, волокнистое, чешуйчатое, губчатое или землистое строеніе, даже совершенно плотныя на видъ вещества содержатъ иногда въ себѣ такія количества воздуха, что взвѣшиваніе ихъ въ водѣ даетъ совершенно ложные результаты. Для правильности операціи, прежде чѣмъ пойти на нижнюю чашку вѣсовъ, взвѣшенный въ воздухѣ осколокъ минерала долженъ быть прокипяченъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ въ водѣ и притомъ въ томъ же стаканчикѣ, въ которомъ будетъ производиться взвѣшиваніе, чтобы и изъ воды изгнать содержащійся въ ней воздухъ. И тогда, по охлажденіи воды до комнатной температуры, при которой принято совершать измѣреніе удѣльнаго вѣса для цѣлей опредѣленія, помѣстивъ изслѣдуемый осколокъ на нижнюю чашку вѣсовъ, производятъ его новое взвѣшиваніе описаннымъ выше порядкомъ, передвигая навѣшенные уже проволочные подвѣски (не рейтеръ) ближе къ точкѣ опоры до полнаго равновѣсія. Получается вѣсъ изслѣдуемаго вещества въ водѣ (В). Такимъ

образомъ, получатся два числа, изъ которыхъ одно будетъ обозначать вѣсъ изслѣдуемаго осколка въ воздухѣ, а другое— вѣсъ его въ водѣ. Вычитая это послѣднее число изъ перваго, мы опредѣлимъ такимъ образомъ насколько минералъ теряетъ въ вѣсѣ при погруженіи въ воду или—что одно и то же,— вѣсъ воды, вытѣсненной имъ въ томъ же объемѣ, какой онъ занимаетъ самъ. И дѣля вѣсъ его въ воздухѣ на вѣсъ вытѣсненной имъ воды, мы узнаемъ, слѣдовательно, по формулѣ A: (A—B), во сколько разъ онъ тяжелѣе воды, или, другими словами, опредѣлимъ его удѣльный вѣсъ по отношенію къ водѣ, который съ помощью описаннаго здѣсь прибора можетъ быть опредѣленъ съ точностью до 0,02.

Для опредѣленія удѣльнаго вѣса слѣдуетъ брать, само собою разумѣется, какъ и вообще для всякихъ испытаній съ цѣлью опредѣленія, по возможности, совершенно чистый и притомъ лучше окристаллованный въ формѣ многогранника образецъ, свободный отъ всякихъ постороннихъ примѣсей, которыя могутъ пристать къ нему съ поверхности или даже войти въ самое его тѣло. Выбранный для испытанія осколокъ слѣдуетъ съ величайшей осторожностью отбить поэтому небольшимъ долотцемъ и осмотрѣть въ случаѣ сомнѣній въ лупу. И если окажутся при этомъ хотя какіе-либо признаки внутренней неоднородности или внѣшней нечистоты матеріала, будетъ осторожнѣе подвергнуть его предварительно обработкѣ какой-либо тяжелой жидкостью.

Тяжелыя жидкости представляютъ изъ себя превосходное средство раздѣлить на составныя минеральныя части всякое неоднородное въ минералогическомъ отношеніи вещество, будетъ ли это просто нечистый минералъ или сложная горная порода. Самая популярная при минералогическихъ опредѣленіяхъ тяжелая жидкость, извѣстная подъ названіемъ жидкости Туле, изготовляется слѣдующимъ образомъ. Пятьдесятъ граммовъ іодистой ртути и сорокъ граммовъ іодистаго калія растворяются дистиллированною водою въ фарфоровой чашкѣ и затѣмъ выпариваются, пока на поверхности раствора не начнетъ образовываться легкая кристаллическая пленка. Такимъ путемъ получится около 30 куб. сантиметровъ желтовато-зеленой жидкости съ удѣльнымъ вѣсомъ около 3,15. Отъ всякихъ посто-

ронихъ веществъ эта жидкость очень легко освобождается простымъ фильтрованіемъ ея черезъ бумажный фильтръ, а удѣльный вѣсъ ея путемъ подбавленія къ ней дистиллированной воды и выпариваніемъ очень удобно можетъ быть измѣненъ почти отъ единицы и до только что указаннаго предѣла. Сохраняться же она можетъ безконечно долгое время, если на дно ея брошено нѣсколько капель металлической ртути. Всѣ эти свойства доставили ей широкое распространеніе при минералогическихъ работахъ, и главное ея неудобство, которое никогда не слѣдуетъ упускать изъ виду,—это ея ядовитость. Входящая въ ея составъ іодистая ртуть по дѣйствію своему на организмъ, какъ и по своему химическому составу, стоитъ близко къ сулемѣ и дѣйствуетъ разъѣдающимъ образомъ на кожу, причиняя смерть при внутреннемъ отравленіи.

Такимъ образомъ, если удѣльный вѣсъ минерала не превышаетъ 3,15, небольшой обломокъ его можно опустить въ такую тяжелую жидкость и, прибавляя къ ней осторожно дистиллированной воды, довести удѣльный вѣсъ ея какъ разъ до величины удѣльнаго вѣса испытуемаго минерала. Моментъ же, когда наступитъ это уравненіе удѣльныхъ вѣсовъ обоихъ веществъ, обозначится безразличнымъ положеніемъ испытуемаго осколка въ жидкости, когда онъ не будетъ ни тонуть, ни всплывать въ ней, а будетъ оставаться на любой глубинѣ во взвѣшенномъ состояніи. И всякій другой осколокъ, болѣе легкій, чѣмъ взятый минералъ, естественно, оказался бы при этомъ на поверхности жидкости, а всякій болѣе тяжелый—на днѣ сосуда [1]).

---

[1]) Благодаря этому свойству, тяжелой жидкостью можно воспользоваться и для опредѣленія уд. вѣса минераловъ. Для этой цѣли нужно имѣть наборъ небольшихъ кусочковъ минераловъ, удѣльный вѣсъ которыхъ показанъ въ опредѣлителяхъ. Такіе наборы, обыкновенно въ 25 штукъ, имѣются готовыми въ продажѣ и примѣняются къ дѣлу очень просто. Взятый для испытанія осколокъ уравновѣшивается въ тяжелой жидкости, послѣ чего туда же опускаются по порядку образцы сравнительной коллекціи. Тотъ образецъ, который остается при этомъ, подобно испытуемому осколку, во взвѣшенномъ состояніи, очевидно, вполнѣ отвѣчаетъ ему по уд. вѣсу. Если же одинъ изъ рядомъ лежащихъ осколковъ будетъ при этой операціи тонуть, а другой—всплывать, то ясно, что уд. вѣсъ испытуемаго вещества будетъ промежуточнымъ между ихъ удѣльными вѣсами.

Пользуясь этимъ обстоятельствомъ, подлежащій очисткѣ матеріалъ раздробляютъ на мелкія части. Раздробленіе горныхъ породъ и минераловъ производится удобнѣе всего съ помощью такъ называемой ступки Абиха, состоящей изъ толстой плитки лучшей стали. Посрединѣ этой плитки устроено цилиндрическое углубленіе, въ которое вставляется довольно свободно вращающійся въ немъ массивный пестикъ изъ такой же прочной стали. Положивъ взятый для испытанія осколокъ минерала или горной породы въ такую ступку, ударами молотка по пестику разбиваютъ его на мелкія части, которыя могутъ быть размельчены затѣмъ еще болѣе вращательнымъ движеніемъ пестика. Получившійся такимъ путемъ матеріалъ просѣивается затѣмъ черезъ ситечко, чтобы отобрать для испытанія только его однородныя зерна, и ссыпается въ особую раздѣлительную воронку. Раздѣлительная воронка (рис. 4) представляетъ изъ себя небольшую стеклянную, расширенную нѣсколько посрединѣ трубку, которая на одномъ своемъ концѣ закрывается притертой пробкой, а на другомъ, вытянутомъ въ продолговатый носикъ, перехвачена поперечнымъ краномъ. Въ боку этого крана имѣется сквозное отверстіе, отчего простымъ поворотомъ его наполовину можно открыть или закрыть входное отверстіе воронки.



Рис. 4. Раздѣлительная воронка.

Всыпанный въ воронку матеріалъ обливается тяжелой жидкостью и прибавленіемъ затѣмъ небольшихъ порцій дистиллированной воды удѣльный вѣсъ жидкости уравнивается съ удѣльнымъ вѣсомъ минерала. Когда наступилъ такой моментъ, при встряхиваніи воронки измученный порошокъ минерала остается во взвѣшенномъ состояніи, тогда какъ болѣе тяжелыя примѣси медленно осѣдаютъ на дно, а болѣе легкія всплываютъ постепенно кверху. Тогда, открывъ кранъ, даютъ стечь небольшому количеству жидкости, вмѣстѣ съ которой увлекаются и лежащіе на днѣ ингредіенты. Вслѣдъ за этими посторонними веществами начинаютъ вытекать вмѣстѣ съ жидкостью уже со-

вершенно однородныя и чистыя отъ всякихъ примѣсей частицы испытуемаго вещества, которыя собираются на фильтрѣ. Остатокъ же жидкости съ плавающими на ея поверхности легкими веществами задерживается въ воронкѣ простымъ поворотомъ крана.

Такимъ образомъ, изъ любой горной породы, изъ любой смѣси минераловъ и изъ любого нечистаго минерала можно выдѣлить одну за другой всѣ составныя части съ удѣльнымъ вѣсомъ, не превышающимъ 3,15, и подлежащій изслѣдованію матеріалъ можетъ быть полученъ, слѣдовательно, для испытанія въ чистѣйшемъ видѣ [1]).

Обслѣдованіе пяти отмѣченныхъ свойствъ минераловъ, ихъ цвѣта и блеска, твердости, структуры и удѣльнаго вѣса совершается при обыкновенной комнатной температурѣ. Дальнѣйшее же испытаніе ихъ требуетъ уже примѣненія пламени. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ для этого вполнѣ достаточно воспользоваться обыкновенной четвериковой свѣчою. Съ помощью такой свѣчки минералъ можетъ быть испытанъ, напримѣръ, на **пироэлектричество**, т.-е. на способность его эликтризоваться при болѣе или менѣе быстрыхъ перемѣнахъ температуры. Для этого слѣдуетъ взять одинъ кристаллъ его и, нагрѣвъ слегка на свѣчкѣ (немного выше 100° C), поднести къ небольшимъ кусочкамъ бумаги и т. п. легкимъ тѣламъ, которыя,—разъ взятый образецъ дѣйствительно обладаетъ пироэлектричествомъ,—быстро притянутся къ его поверхности. Но для дальнѣйшаго изслѣдованія взятаго вещества пламени свѣчи оказывается уже мало. Пламя свѣчи обладаетъ температурой, достигающей едва лишь начальныхъ степеней краснаго каленія, приблизительно градусовъ 600 Цельсія, когда только-только начинаетъ пла-

[1]) Въ настоящее время жидкость Туле, какъ ядовитая и обладающая сравнительно меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ, стала вытѣсняться іодистымъ метиленомъ CH_2I_2, обладающимъ удѣльнымъ вѣсомъ въ $3._{292}$. Для пониженія уд. вѣса этой жидкости къ ней прибавляютъ сѣрнаго эѳира, который можетъ быть снова удаленъ подогрѣваніемъ смѣси на водяной бавѣ. При этомъ, во избѣжаніе взрыва эфира, нагрѣвши баню, огонь тушатъ. Вслѣдствіе своей значительной летучести CH_2I_2 сохраняется въ склянкѣ съ притертой пробкой. Стоимость его—1 р. 75 к. за 25 gr.

виться магній—одинъ изъ наиболѣе легкоплавкихъ металловъ. Нужно болѣе энергичное средство, и такое средство ввели въ минералогическую практику въ началѣ прошлаго столѣтія шведскіе ученые Кронштедтъ и Берцеліусъ. Средство это—паяльная трубка.

Паяльная трубка (рис. 5) состоитъ изъ основной цѣвки длиною около 18 сантиметровъ со вставленнымъ въ нее съ одного конца деревяннымъ или роговымъ раструбомъ. На другомъ концѣ ея пригоняется къ ней короткій, сантиметровъ въ 5—6, цилиндрическій барабанъ, имѣющій внутри полость, въ которой осаждаются въ видѣ воды попадающіе въ него при дутьѣ водяные пары. Сбоку этого барабана и ради удобства при дутьѣ подъ прямымъ угломъ къ нему вставляется тонкій сравнительно наконечникъ, имѣющій не менѣе 6 сантиметровъ длины, чтобы трубка не слишкомъ нагрѣвалась при работѣ. Важнѣйшую часть этого наконечника, отъ которой прежде всего зависитъ и достоинство всей трубки, составляетъ просверленный въ ней тонкій, почти волосный каналъ, который долженъ обладать совершенно правильными и гладкими стѣнками, чтобы выгоняемая изъ него струя воздуха имѣла безукоризненно правильную форму.

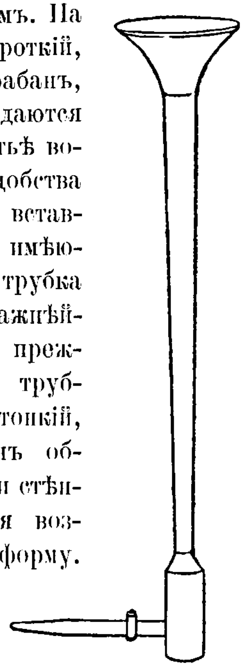


Рис. 5. Паяльная трубка.

Чтобы хорошенько понять всѣ чудесныя свойства этого въ высшей степени простого аппарата, припомнимъ подробнѣе строеніе и **составъ пламени** обыкновенной стеариновой свѣчки (рис. 6). Образующія стеариновую свѣчку стеариновая и пальмитиновая кислоты расплавляются постепенно отъ высокой температуры горящаго пламени и поднимаются по фитилю въ еще болѣе горячую область. Здѣсь, на поверхности фитиля, они разлагаются, благодаря этой повышенной температурѣ, на болѣе простыя соединенія, главную массу которыхъ составляютъ разнаго рода углеводороды, т.-е. вещества, состоящія изъ углерода и водорода. И вотъ, захватывая отчасти нижнюю поверх-

ность фитиля, съ верхней стороны его образуется ясно замѣтный темный конусъ (*a*), состоящій изъ этихъ углеводородовъ, которые превратились теперь въ газы и устремляются вверхъ, слѣдуя тому естественному свойству, по которому болѣе теплый воздухъ „всплываетъ" вверхъ въ болѣе холодномъ или болѣе теплая вода поднимается на поверхность болѣе холодной. Въ этомъ темномъ, самомъ внутреннемъ конусѣ собираются, слѣдовательно, газообразные и совершенно еще не разложившіеся углеводороды. Но со всѣхъ сторонъ къ этому темному „языку" углеводородовъ притекаетъ кислородъ окружающаго воздуха и, „атакуя" ихъ наружные слои, расщепляетъ ихъ и превращаетъ въ болѣе простыя соединенія, образованныя уже одновременно изъ углерода или водорода сгорающаго вещества и кислорода воздуха. Вмѣсто прежнихъ углеводородовъ образуется уже вода и окись углерода, весьма сильно дѣйствующая на многія вещества и способная энергично отнимать у нихъ кислородъ, упрощая или, говоря химическимъ языкомъ, возстановляя ихъ до менѣе сложныхъ, обѣднѣвшихъ кислородомъ соединеній. Но при всемъ томъ часть расщепленныхъ углеводородовъ остается еще не сгорѣвшей, и во всей той области, гдѣ происходитъ это начальное горѣніе, остаются въ свободномъ, не окисленномъ состояніи еще водородъ, который подобно окиси углерода служитъ сильнымъ возстановляющимъ средствомъ, и углеродъ, раскаленныя частицы котораго начинаютъ свѣтиться яркимъ свѣтомъ и придаютъ всей этой области начальнаго горѣнія свойственный ей характерный блескъ пламени. Создается, такимъ образомъ, второй конусъ огня (*b*), облегающій сверху темную область еще не разложившихся углеводородовъ и притомъ чрезвычайно богатый энергичными возстановляющими веществами, каковы свободный водородъ и особенно окись углерода. Эта самая замѣтная часть пламени, окрашенная въ яркій желтый цвѣтъ взвѣшенными въ ней еще не сгорѣвшими частицами углерода, которыя легко

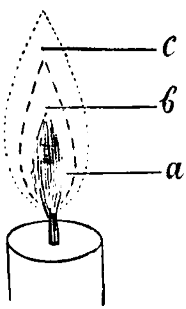


Рис. 6. Пламя свѣчи.

осаживаются на внесенные въ него холодные предметы въ видѣ копоти или сажи. Это такъ называемый возстановительный конусъ, названный такимъ образомъ, какъ ясно изъ сказаннаго, за свое богатство возстановительными газами. Но и этотъ конусъ полусгорѣвшихъ веществъ въ свою очередь подвергается энергичному дѣйствію притекающаго съ его поверхности воздуха, и не успѣвшіе сгорѣть въ немъ окись углерода, водородъ и углеродъ сгораютъ уже въ окончательные продукты горѣнія—въ углекислый газъ и воду. И такимъ образомъ, поверхъ второго, свѣтящагося, конуса пламени образуется еще третій (*c*), совершенно незамѣтный для глаза днемъ и обозначающійся въ темнотѣ лишь въ видѣ чуть-чуть свѣтящейся и отличающейся слегка фіолетовымъ цвѣтомъ воздушной оболочки. Въ этомъ третьемъ, невидномъ конусѣ, содержащемъ въ себѣ совершенно инертные продукты горѣнія, каковы вода и углекислый газъ, имѣется, однако, большое количество поступившаго изъ воздуха и не пошедшаго на горѣніе кислорода, который въ нагрѣтой атмосферѣ свѣчи проявляетъ усиленно дѣятельныя свойства. Весьма многія вещества, внесенныя въ эту невидимую часть пламени, разлагаются на свои составныя части, которыя вступаютъ потомъ въ соединеніе съ этимъ кислородомъ. Происходитъ, такимъ образомъ, обогащеніе первоначальнаго вещества кислородомъ или его окисленіе, почему и вся сфера такого дѣйствія пламени, весь наружный невидимый конусъ его получилъ названіе окислительнаго.

Вносяя наконечникъ паяльной трубки во внутренній темный конусъ пламени и выдувая равномѣрную струю воздуха изъ ея устья, достигаютъ того, что конусъ этотъ растягивается въ сравнительно длинную и тонкую воздушную иглу (рис. 7), сложенную изъ газообразныхъ углеводородовъ, которые подвергаются теперь, отчасти благодаря увеличенію своей поверхности, а отчасти притоку воздуха изъ трубки, весьма сильному и энергичному воздѣйствію кислорода. Всѣ малѣйшія частицы свободнаго углерода сгораютъ въ углекислый газъ, и столь ха-

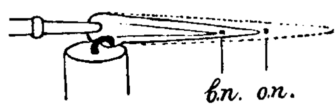


Рис. 7. Паяльное пламя.

рактерный для горящей свѣчи желтый блескъ пламени вмѣстѣ съ копотью его совершенно исчезаютъ. Получается одна чистая заостряющаяся на концѣ игла прекраснаго голубого цвѣта. Чуть замѣтной полоской просвѣчиваетъ сквозь ея наружную оболочку темная струя не подвергшихся окисленію газовъ, а поверхъ нея ложится, утолщаясь по направленію къ своему свободному концу, возстановительный конусъ, обладающій весьма повышенными возстановительными свойствами, благодаря тому, что весь углеродъ, который имѣется въ возстановительномъ пламени свѣчи въ свободномъ состояніи, сгораетъ теперь до окиси углерода. Наибольшее же количество этого энергичнаго возстановителя должно скопляться, очевидно, въ самой утолщенной части возстановительнаго конуса, а именно въ томъ мѣстѣ, гдѣ кончается просвѣчивающая изнутри его темная игла и гдѣ лежитъ его свѣтлый кончикъ, состоящій почти сплошь изъ полуокислившагося углерода (в. п.). Поверхъ же этого возстановительнаго конуса, какъ и въ пламени свѣчи, лежитъ невидимый окислительный конусъ, вытянутый, подобно возстановительному, въ длинную иглу притекающимъ изъ трубки воздухомъ и потому совершенно открытый доступу кислорода и обладающій, слѣдовательно, большой окислительной способностью. Съ помощью лоскута бумаги, которая будетъ легко загораться, попавши въ область этого конуса, можно быстро оріентироваться въ его расположеніи впереди голубой возстановительной иглы и найти, что наиболѣе активная точка его лежитъ нѣсколько впереди отъ ея остроконечія (о. п.).

Итакъ, вытягивая пламя свѣчи въ сравнительно тонкое остріе, которому можно придать притомъ почти произвольное направленіе, паяльная трубка даетъ въ руки изслѣдователя весьма энергичное средство возстановлять или окислять испытуемыя вещества простымъ внесеніемъ ихъ въ возстановительный или окислительный конусъ. Благодаря этому драгоцѣнному свойству ея, оказалось возможнымъ производить химическій анализъ ихъ необычайно простымъ и быстрымъ, такъ называемымъ сухимъ путемъ, безъ помощи жидкихъ растворовъ. Попутно же съ тѣмъ она даетъ въ руки изслѣдователя еще и такое сильное средство, какъ высокая температура. При томъ повышенномъ

притокѣ къ горящимъ газамъ кислорода, какой наблюдается при дѣйствіи паяльной трубки, и при томъ энергичномъ окисленіи ихъ, какое имѣетъ при этомъ мѣсто, температура пламени возрастаетъ до 1.000° C и болѣе, достигая тѣхъ степеней, когда начинаетъ плавиться уже мѣдь и другіе столь же тугоплавкіе металлы. Самымъ горячимъ пунктомъ оказывается при этомъ точка, лежащая какъ разъ впереди острея возстановительнаго конуса, куда и вносятся испытуемыя вещества всякій разъ, когда нужно воспользоваться высокой температурой.

Чтобы вполнѣ **овладѣть паяльной трубкой** и приспособиться ко всѣмъ часто мелкимъ и незамѣтнымъ обстоятельствамъ, мѣшающимъ образованію вполнѣ правильныхъ конусовъ, нужно нѣкоторое время. Случается, что удовлетворительныхъ результатовъ достигаютъ въ этомъ отношеніи въ одинъ присѣстъ, но чаще, несмотря на всѣ старанія въ теченіе нѣсколькихъ дней, явленіе остается неуловимымъ. Появляющійся на мгновеніе чистый голубой конусъ прерывается и затушевывается проблесками коптящаго желтаго пламени. Чтобы добиться благопріятныхъ результатовъ, нужно взять лучше всего обыкновенную четвериковую стеариновую свѣчу и дать ей хорошо разгорѣться. Фитиль ея не долженъ стоять прямо вверхъ, а долженъ быть загнутъ симметричнымъ выгибомъ книзу и притомъ такъ, чтобы кончикъ его не высовывался изъ пламени. Черезчуръ нагорѣвшій и удлинившійся конецъ фитиля долженъ быть срѣзанъ. Часто случается, что разогрѣтая свѣча даетъ слишкомъ много расплавленнаго стеарина, и тогда обращаются въ газообразное состояніе слишкомъ большія количества углеводородовъ, чтобы ихъ можно было успѣшно окислить съ помощью паяльной трубки. Пламя свѣчи, перегруженное такимъ образомъ горючимъ матеріаломъ, легко узнается при нѣкоторомъ навыкѣ по нѣкоторому потемнѣнію и вздрагиванію, и тогда стряхиваніе со свѣчи расплавленнаго стеарина и подрѣзываніе фитиля скоро поправляютъ дѣло. Паяльную трубку слѣдуетъ брать въ лѣвую руку, чтобы правой удобнѣе было работать, и держать ее, въ предупрежденіе постояннаго дрожанія, за барабанъ большимъ, указательнымъ и среднимъ пальцами. Локоть лѣвой руки для той же устойчивости аппа-

рата долженъ лежать на столѣ. Свѣча должна быть поставлена такимъ образомъ, чтобы фитиль ея выгибался слѣва направо. Устье трубки вводится въ самое пламя, а именно въ темный конусъ его, и ставится надъ самымъ фитилемъ такимъ образомъ, чтобы струя выгоняемаго изъ него воздуха, а слѣдовательно, и конусы, направлялись или параллельно столу, или подъ значительнымъ наклономъ книзу. При нѣкоторыхъ пріемахъ работы удобнѣе пользоваться конусами горизонтальными, а при нѣкоторыхъ необходимо направлять ихъ книзу. Сила выгоняемой воздушной струи должна быть соразмѣрена съ надобностью и, какъ легко видѣть на практикѣ, не должна быть ни слишкомъ малой, когда конусы не успѣвают достаточно вытянуться и освѣтлиться, ни слишкомъ большой, когда расщепленные углеводороды стремительно уносятся впередъ контящей длинной полосой, не успѣвающей окисляться. И при всемъ томъ нужно прежде всего имѣть въ виду, что дутье въ трубку должно производиться отнюдь не легкими, запасъ воздуха которыхъ слишкомъ незначителенъ, а щеками за счетъ воздуха ротовой полости. Нужно во что бы то ни стало и какъ можно скорѣе пріучиться дышать черезъ носъ такъ, чтобы необходимый для трубки запасъ воздуха въ ротовой полости своевременно при этомъ возобновлялся. При такомъ условіи выдуваемые конусы могутъ получить не только ту полную устойчивость, когда они въ теченіе продолжительнаго времени остаются одинаковой длины и толщины, но и непрерывность, когда они воспроизводятся въ теченіе любого промежутка времени, какой только можетъ потребоваться при работахъ. Наконецъ, слѣдуетъ прибавить, что для чистоты и правильности конусовъ очень важно, чтобы наконечникъ трубки, особенно устье ея, всегда были чисты какъ отъ стеарина, такъ и отъ копоти.

Теперь, овладѣвъ паяльной трубкой настолько, чтобы выдувать по произволу рѣзко очерченные, чистые, устойчивые и непрерывные конусы, можно приступить къ болѣе обстоятельному изслѣдованію минераловъ, и прежде всего будетъ полезно воспользоваться теплотою паяльнаго конуса, чтобы испытать отношеніе взятаго вещества къ высокой температурѣ и, въ

частности, его **плавкость**. Но, внося изслѣдуемый образецъ въ пламя, слѣдуетъ прежде всего помнить, что то или иное дѣйствіе на него огня будетъ зависѣть какъ отъ того, въ какую именно часть пламени внесенъ будетъ взятый осколокъ, такъ и отъ того, какую онъ будетъ имѣть величину и форму. Сравнительно холодныя части конуса, понятно, могутъ не вызвать въ немъ рѣшительно никакихъ видимыхъ перемѣнъ, тогда какъ въ горячихъ областяхъ его онъ можетъ быть совершенно разрушенъ. Такимъ же точно образомъ дѣйствуетъ и величина взятаго осколка. Если онъ слишкомъ объемистъ, поверхность его будетъ излучать слишкомъ большую часть получаемой теплоты, и нагрѣванія его въ достаточной для испытанія степени не будетъ. Но, съ другой стороны, и слишкомъ незначительный по размѣрамъ осколокъ былъ бы неудобенъ тѣмъ, что всѣ происходящія въ немъ при нагрѣваніи явленія протекали бы въ слишкомъ маломъ объемѣ и были бы мало доступны для наблюденія.

Въ виду этого испытуемый образецъ слѣдуетъ всегда вносить въ самую горячую точку паяльнаго пламени, которая, какъ уже было отмѣчено, лежитъ какъ разъ впереди острея возстановительнаго конуса, — стараясь притомъ, чтобы онъ сразу же подвергся дѣйствію наивысшей температуры. Иначе, проходя медленно черезъ сравнительно холодныя области, испытуемое вещество можетъ настолько измѣниться, что въ горячую точку попадетъ уже новое вещество, а не то, которое взято для испытанія. Что же касается размѣровъ осколковъ, которые были бы наиболѣе пригодны для такихъ испытаній, то, слѣдуя совѣту американскаго минералога Брэша, можно откалывать отъ минерала, воспользовавшись, если нужно, небольшимъ долотцемъ, осколки шириною въ одинъ и длиною въ четыре миллиметра, что равняется приблизительно концу очиненнаго карандаша. Отбивши отъ испытуемаго образца такой осколокъ и позаботившись о томъ, чтобы онъ былъ совершенно свободенъ отъ всякихъ посторонниихъ примѣсей, которыя способны совершенно измѣнить результаты испытанія, его захватываютъ за одинъ изъ концовъ пинцетомъ. Въ минералогической практикѣ принято пользоваться обыкновенно пинцетами

съ массивными платиновыми кончиками, которые способны менѣе разрушаться во время опытовъ. Но такой пинцетъ стоитъ очень дорого. Къ тому же, несмотря на свою сравнительную устойчивость, платина все же можетъ дать при испытаніяхъ сплавъ со свинцомъ, висмутомъ, мышьякомъ, сурьмой и другими легко возстановляющимися металлами, отчего дорогой инструментъ сразу будетъ испорченъ. Гораздо удобнѣе пользоваться поэтому обыкновеннымъ стальнымъ пинцетомъ, который при аккуратномъ обращеніи можетъ служить безконечно долгое время.

Захвативъ, такимъ образомъ, въ пинцетъ испытуемый осколокъ, его быстро вносятъ концомъ въ точку наивысшей температуры и подвергаютъ продолжительному накаливанію. При этомъ нѣкоторыя изъ веществъ, не оставляя никакого слѣда, улетучиваются въ воздухъ. Другія обнаруживаютъ полную устойчивость и не претерпѣваютъ рѣшительно никакихъ измѣненій. Есть, далѣе, минералы, которые, оставаясь твердыми при самомъ интенсивномъ накаливаніи, начинаютъ при этомъ свѣтиться необыкновенно яркимъ свѣтомъ. Большинство же минераловъ, подвергшись интенсивному жару паяльнаго конуса, начинаютъ плавиться, превращаясь иногда въ пузыристое (отъ выдѣляющихся газовъ), а иногда въ плотное стекло, которое можетъ быть совершенно прозрачнымъ или тусклымъ, безцвѣтнымъ или окрашеннымъ въ самыя разнообразныя краски. Все это имѣетъ очень существенное значеніе для опредѣленія и подлежитъ самому тщательному наблюденію. Понятно, что одни изъ минераловъ проявляютъ при такихъ испытаніяхъ столь значительную легкоплавкость, что начинаютъ „таять" уже при легкомъ нагрѣваніи на свѣчкѣ, тогда какъ для того, чтобы убѣдиться въ *абсолютной* неплавкости при температурѣ паяльнаго конуса другихъ минераловъ, — что бываетъ всегда очень важно, — приходится брать иногда осколки не толще острея иголки и, подвергнувъ ихъ сильному накаливанію, разсмотрѣть затѣмъ въ лупу, не оплавился ли, хотя бы въ самый незначительный шарикъ, ихъ кончикъ.

Въ виду того, что испытаніе на плавкость составляетъ одну изъ самыхъ важныхъ для опредѣленія операцій, уже давно въ

руководствахъ для опредѣленія стали приниматься во вниманіе различныя степени плавкости, и составлена была особая шкала этого свойства. Приведемъ эту шкалу въ томъ видѣ, въ какомъ она указана въ „Опредѣлительной минералогіи“ Брэша и Пенфильда.

1. Антимонитъ. Довольно большой осколокъ легко плавится въ пламени свѣчи. Въ закрытой стеклянной трубкѣ плавится при температурѣ ниже краснаго каленія.

2. Халькопиритъ. Осколокъ принятаго образца (четыре миллиметра длины и одинъ миллиметръ въ діаметрѣ) въ пламени свѣчи плавится довольно медленно. Небольшой осколокъ плавится въ закрытой стеклянной трубкѣ при температурѣ полнаго краснаго каленія.

3. Альмандинъ. Осколокъ принятаго образца легко оплавляется въ шарикъ передъ паяльной трубкой. Въ пламени свѣчи округляются только тончайшіе края и мельчайшіе осколки.

4. Актинолитъ. Края осколка принятаго образца легко закругляются передъ паяльной трубкой. Значительно болѣе мелкіе осколки легко оплавляются въ шарикъ.

5. Ортоклазъ. Края осколка принятаго образца только съ трудомъ округляются передъ паяльной трубкой. Въ шарикъ же округляются только самые мелкіе осколки.

6. Бронзитъ. Округляются передъ паяльной трубкой только тончайшія острея и края осколковъ.

7. Кварцъ. Вещество совершенно не плавится передъ паяльной трубкой.

Небольшой практики съ указанными веществами вполнѣ достаточно, чтобы овладѣть приведенной шкалой, въ которой особую важность для опредѣленія имѣютъ шестая и седьмая степени. Но на практикѣ случается иногда, что взятый минералъ или имѣетъ землистое строеніе, или крошится на неудобные для испытанія осколки, или же, наконецъ, начинаетъ растрескиваться на огнѣ на мелкіе разлетающіеся кусочки. Плавкость такихъ веществъ испытывается въ воронкѣ на углѣ. Чтобы превратить испытуемый минералъ въ воронокъ, его завертываютъ сначала въ бумагу и разбиваютъ молоткомъ на наковальнѣ на возможно мелкіе кусочки, такъ какъ болѣе или

менѣе крупные куски твердыхъ минераловъ царапаютъ и портятъ ступку. Превращенный такимъ путемъ въ мелкій песокъ минералъ растирается затѣмъ въ ступкѣ. Ступки употребляются въ минералогической практикѣ очень прочныя, сдѣланныя изъ агата, при чемъ и пестикъ дѣлается изъ того же матеріала. Удобнѣе всего пользоваться небольшой ступкой съ внутреннимъ діаметромъ въ четыре сантиметра. Перенеся раздробленный минералъ въ такую ступку, его растираютъ затѣмъ до тѣхъ поръ, пока онъ не превратится въ тончайшую пыль, что при всѣхъ испытаніяхъ съ порошкообразными веществами имѣетъ весьма большое значеніе. Приготовленный такимъ порядкомъ матеріалъ ссыпается въ небольшую ямку на углѣ (рис. 8), которую удобнѣе всего можно продѣлывать при помощи спеціальнаго сверла. Угли для минералогическихъ испытаній пригодны разныхъ породъ, лишь бы они были хорошо выжжены, не были черезчуръ мягки или плотны и не давали при нагрѣваніи тѣхъ трещинъ и внезапныхъ разрывовъ, которые прерываютъ опытъ и могутъ даже повести къ тому, что расплавленное на углѣ вещество брызнетъ на лицо и руки. Наиболѣе пригодны во всѣхъ этихъ отношеніяхъ угли изъ липы, березы, ели, ивы. Для испытаній съ паяльной трубкой ихъ распиливаютъ, слѣдуя направленію древесныхъ слоевъ, на прямоугольныя плитки длиною приблизительно въ десять, шириною въ три и толщиною въ два сантиметра. Когда изслѣдуется плавкость какого-либо порошка, на одномъ изъ короткихъ краевъ широкой поверхности такого угля сверлится небольшая, не больше одного сантиметра въ діаметрѣ, ямка. Испытуемый порошокъ насыпается въ эту ямку и плотно придавливается пальцемъ. Для того же, чтобы струей воздуха изъ паяльной трубки порошокъ этотъ не былъ распыленъ, слѣдуетъ смочить его каплей или двумя каплями дистиллированной воды съ помощью пипетки.

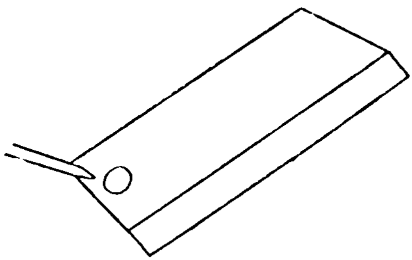


Рис. 8. Нагрѣваніе на углѣ.

Тогда, направивъ на испытуемый матеріалъ конецъ голубого конуса, дуютъ нѣкоторое время, и если послѣ того окажется, что нагрѣтое вещество собралось въ одну каплю или даже просто спеклось въ одну цѣльную массу, то, значитъ, оно обладаетъ плавкостью.

Близко къ опредѣленію плавкости изслѣдуемаго минерала стоитъ испытаніе его на **магнитность** и **щелочность.** Накаленныя на углѣ въ пламени паяльной трубки, и лучше всего въ его возстановительномъ конусѣ, вещества, содержащ'я въ своемъ составѣ желѣзо, кобальтъ или никкель, становятся магнитными, что узнается либо по притягивающему дѣйствію на нихъ магнита, либо, что еще лучше, по притягивающему дѣйствію ихъ самихъ на подвѣшенную на тонкомъ острѣ магнитную стрѣлку. Тѣ же вещества, которыя имѣютъ въ своемъ составѣ щелочные или же щелочно-земельные металлы, каковы натрій и калій, стронцій, барій и кальцій, получаютъ послѣ прокаливанія въ возстановительномъ пламени щелочную реакцію, которая узнается по тому, что смоченная водою желтая куркумовая бумажка при соприкосновеніи съ испытуемымъ веществомъ бурѣетъ.

Оба эти небольшихъ и попутно совершаемыхъ испытанія имѣютъ существенное значен:е для открыт'я нѣкоторыхъ составныхъ частей минераловъ. Но еще важнѣе наблюденіе надъ **окрашиваніемъ пламени.** Уже при испытаніи плавкости наблюдается нерѣдко, что вещество минерала начинаетъ улетучиваться, при чемъ отлетающія по направлен:ю воздушной струи частицы его окрашиваютъ почти совершенно невидимый конусъ окислительнаго пламени въ какой-нибудь блестящій и яркій цвѣтъ радуги. Тотъ или иной изъ входящихъ въ составъ минерала элементовъ, чаще всего металлъ, выдѣляется подъ вліяніемъ высокой температуры изъ соединенія съ другими элементами и, превращаясь въ пары, уносится въ область окислительнаго конуса, которому и придаетъ, такимъ образомъ, характерную окраску. Приведемъ таблицу такого окрашиванія пламени:

Таблица окрашиванія пламени (начало).

Цвѣтъ.	Оттѣнокъ.	Элементъ.	Примѣчанія.
Красный.	Малиновый.	Литій.	Въ отличіе отъ стронція, содержащіе литій минералы, которые представляютъ изъ себя соли либо кремневой, либо фосфорной кислоты, послѣ прокаливанія не дѣлаются щелочными.
„	„	Стронцій.	Соли угольной и сѣрной кислотъ окрашиваютъ пламя и становятся щелочными послѣ прокаливанія. Соли кремневой и фосфорной кислотъ пламени не окрашиваютъ.
„	Желтоватый.	Кальцій.	Окрашиваніе пламени даютъ только немногіе минералы. Но если пробу смочить соляной кислотой и потомъ уже обжигать, окраска появляется часто.
Желтый.	Яркій.	Натрій.	Реакція въ высшей степени чувствительна, такъ что требуется особая чистота работы, чтобы въ пламя внесено было только испытуемое вещество.
Зеленый.	Желтоватый.	Барій.	Соли угольной и сѣрной кислотъ даютъ реакцію и становятся послѣ обжиганія щелочными. Соли кремневой и фосфорной кислотъ пламени не окрашиваютъ.
„	„	Молибденъ.	Окрашиваетъ пламя только въ формѣ окиси или сѣрнистаго соединенія.
„	Яркій желтоватый.	Боръ.	Куркумовая бумажка, смоченная растворомъ минерала въ соляной кислотѣ, бурѣетъ при нагрѣваніи и становится черной отъ нашатырнаго спирта.
„	Чистый.	Талдій.	—
„	Изумрудный.	Мѣдь.	Такое окрашиваніе даютъ только окись мѣди и іодистая мѣдь. Послѣ смачиванія соляной кислотой проба даетъ лазурно-голубую окраску съ зеленоватымъ оттѣнкомъ.
„	Блѣдно-голубой.	Фосфоръ.	Такое окрашиваніе не служитъ непремѣннымъ признакомъ фосфора, но можетъ быть очень полезнымъ признакомъ при его открытіи.

Таблица окрашиванія пламени (конецъ).

Цвѣтъ.	Оттѣнокъ.	Элементъ.	Примѣчанія.
Зеленый.	Голубоватый.	Цинкъ.	Обыкновенно даетъ въ пламени яркіе проблески.
„	Блѣдный.	Свинецъ.	—
„	„	Сурьма.	—
„	„	Теллуръ.	—
Голубой.	Лазурный.	Мѣдь.	Въ формѣ хлористаго соединенія. Краевыя части пламени отливаютъ изумрудно-зеленымъ цвѣтомъ.
„	„	Селенъ.	Окрашиваніе пламени сопровождается характернымъ запахомъ рѣдьки.
„	Блѣдно-лазурный.	Свинецъ.	Краевыя части пламени отливаютъ въ зеленый цвѣтъ.
„	—	Индій.	
„	Блѣдный.	Мышьякъ.	
„	Зеленоватый.	Фосфоръ.	
„	„	Сурьма.	
Фіолетов.	Блѣдный.	Калій.	
„	„	Рубидій.	
„	„	Цезій.	

Такимъ образомъ, уже при испытаніи на плавкость по появившемуся окрашиванію пламени можно бываетъ иногда судить попутно о химическомъ составѣ изслѣдуемаго минерала. Однако, какъ это видно уже изъ нѣкоторыхъ сдѣланныхъ въ только что приведенной таблицѣ замѣчаній, такое окрашиваніе даютъ только наиболѣе летучія соединенія, почему и является весьма важнымъ прибѣгать при этихъ испытаніяхъ къ нѣкоторымъ пріемамъ, съ помощью которыхъ нелетучія соединенія переводятся въ летучія. Какъ извѣстно изъ химіи, къ числу наиболѣе летучихъ веществъ пранадлежатъ, между прочимъ, хлористыя соединенія металловъ. Въ виду этого очень часто полезно

бываетъ осторожно обмокнуть конецъ испытуемаго осколка въ соляную кислоту. Если минералъ имѣетъ подходящій химическій составъ, являясь, напримѣръ, углекислою солью, входящій въ его тѣло металлъ образуетъ при этомъ хлористое соединеніе, которое и окрашиваетъ пламя. Часто же приходится имѣть дѣло съ болѣе прочнымъ соединеніемъ, каковы, напримѣръ, соли сѣрной кислоты. Тогда взятый образецъ долженъ быть предварительно сильно обожженъ въ возстановительномъ конусѣ паяльнаго пламени, отчего взятое вещество, теряя кислородъ, превращается въ простое сѣрнистое соединеніе, которое уже легко разлагается соляною кислотою съ образованіемъ летучаго хлористаго металла.

Указанныя реакціи окрашиванія пламени принадлежатъ къ числу самыхъ чувствительныхъ. Малѣйшія количества вещества уже даютъ соотвѣтствующую окраску, почему очень важно, прибѣгая къ этому пріему изслѣдованія, заботиться, чтобы и взятый матеріалъ, и пинцетъ, и соляная кислота были совершенно чисты. Въ виду этого, а также въ виду экономіи вещества, которая всегда очень желательна при изслѣдованіи минераловъ, описанныя реакціи удобнѣе всего воспроизводить съ порошкомъ взятаго минерала при помощи платиновой проволоки. Истертый въ мелкій порошокъ минералъ помѣщается какъ было описано выше, въ небольшую ямку на краѣ угля, смачивается водой и наисильнѣйшимъ образомъ обжигается возстановительнымъ конусомъ пламени, чтобы перевести взятое соединеніе въ болѣе простое и доступное для обработки кислотами. Тогда обожженный порошокъ переносится въ небольшую фарфоровую чашечку и мелко растирается въ ней стеклянной палочкой вмѣстѣ съ соляною кислотою. Послѣ того крупинка получившагося такимъ образомъ тѣста захватывается на свернутый въ крошечное ушко конецъ платиновой проволоки и вносится въ горячую точку паяльнаго пламени. При настоящемъ испытаніи, какъ и при нѣкоторыхъ другихъ, платиновая проволока совершенно необходима. При высокой цѣнѣ платины примѣненіе ея къ минералогическому анализу должно бы обходиться, повидимому, очень дорого. Но при минералогическихъ работахъ употребляются очень тонкіе сорта проволоки, отъ ко-

торой требуется только, чтобы она отнюдь не была тоньше конскаго волоса, когда діаметръ ея оказывается уже слишкомъ незначительнымъ для того, чтобы металлъ успѣшно могъ проводить и излучать получаемую теплоту. Не успѣвая же проводить и излучать ее, онъ самъ раскаляется до того, что плавится и отекаетъ. При такомъ требованіи на одинъ рубль можно пріобрѣсти около одного аршина вполнѣ пригодной для минералогическаго анализа проволоки, которой хватитъ очень надолго. Для надобностей работы берется только небольшой отрѣзокъ ея, который вставляется въ особый зажимъ (рис. 9), лучше всего *съ полостью внутри*, въ которую опускается въ запасъ большая часть взятаго отрѣзка. Выдвигаютъ изъ зажима и закрѣпляютъ винтомъ только небольшой конецъ проволоки сантиметра въ два длиною, чтобы тѣмъ самымъ предупредить ея дрожаніе. Передъ испытаніемъ эта проволочка должна быть идеально очищена отъ всякихъ приставшихъ къ ней веществъ, для чего можно прибѣгнуть къ нѣсколькимъ пріемамъ. Можно захватить на нее, предварительно раскаливъ ее докрасна, нѣсколько буры и потомъ обжечь паяльнымъ пламенемъ. Расплавившаяся бура будетъ сбѣгать по ней свѣтлою капелькою, растворяя въ себѣ и захватывая съ собою всѣ встрѣчающіяся на пути вещества. Можно, далѣе, подержавъ ее въ крѣпкой соляной или азотной кислотѣ, въ которой растворятся посторонніе вещества, обмыть ее потомъ дистиллированной водою. Можно, наконецъ, просто чистить ее продолжительнымъ обжиганіемъ въ паяльномъ пламени, пока окислительный конусъ совершенно потеряетъ всякую окраску. Очищенную такъ или иначе проволочку загибаютъ на концѣ, какъ сказано, въ очень небольшое,—не больше игольнаго,—ушко и потомъ непремѣнно снова обжигаютъ передъ паяльною трубкой. Это обжиганіе необходимо потому, что даже то легкое прикосновеніе къ проволочкѣ пальцами, которое потребовалось для ея загибанія, оставило на ней весьма замѣтные слѣды. Поверхность ея запачкалась уже легкимъ налетомъ хлористаго натрія, который выдѣляется на



Рис. 9. Зажимъ для проволоки.

поверхности кожи вмѣстѣ съ потомъ и непремѣнно даетъ о себѣ знать при обжиганіи густой желтой окраской пламени.

Какъ и другія работы по анализу минераловъ, удачное воспроизведеніе реакцій съ окрашиваніемъ пламени и умѣнье пользоваться ими въ цѣляхъ химическаго анализа испытуемыхъ веществъ требуетъ нѣкотораго навыка, который легко, однако, пріобрѣсти, испробовавъ окрашиваніе пламени приведенными въ таблицѣ веществами. Для опытовъ этихъ лучше взять уже готовыя вещества, по возможности въ видѣ хлористыхъ соединеній, и испытать ихъ поочередно съ чистой проволокой и притомъ въ вечернее время, когда окраска пламени выступаетъ особенно рѣзко. Слѣдуетъ при этомъ только помнить, что пары литія, которые образуются при накаливаніи его солей, дѣйствуютъ на организмъ въ высшей степени ядовито.

Говоря вообще, пользуясь вышеприведенной таблицей, по тому или другому окрашиванію пламени можно судить о присутствіи въ испытуемомъ веществѣ того или иного химическаго элемента. Но всмотрѣвшись въ эту таблицу болѣе внимательно, легко замѣтить, что пользованіе ею представляетъ нѣкоторыя ограниченія и трудности. Въ самомъ дѣлѣ, уже въ примѣчаніяхъ къ ней указано, что если элементъ находится въ соединеніи съ фосфорной или кремневой кислотой, а равно и съ борной, окрашиванія пламени отъ него, несмотря на предварительную обработку возстановительнымъ пламенемъ и соляной кислотой, не бываетъ. Дальше, очень часто въ составъ минераловъ входитъ по нѣскольку элементовъ, почему при испытаніяхъ получается либо смѣшанное окрашиваніе, либо одинъ элементъ съ болѣе яркой окраской пламени затушевываетъ присутствіе другихъ, реагирующихъ болѣе слабыми цвѣтами. И, наконецъ, если даже въ составѣ даннаго металла имѣется только одинъ элементъ, о присутствіи котораго можно судить по окрашиванію пламени, все же очень часто приходится только предполагать, а не удостовѣрять навѣрное его наличность, такъ какъ достаточно характерной окраской пламени отличаются въ сущности только натрій и кальцій. Яркое красное окрашиваніе даютъ литій и стронцій, желтовато-зеленое — молибденъ, боръ и барій, лазурно-голубое — мѣдь въ хлористомъ соединеніи и

селенъ и т. д., и, руководствуясь одною только таблицей окрашиванія пламени, нельзя сказать, съ какимъ же именно изъ этихъ элементовъ приходится имѣть дѣло.

Такимъ образомъ, при испытаніяхъ съ окрашиваніемъ пламени нелетучія вещества въ видѣ фосфорно-кислыхъ, борно-кислыхъ и кремне-кислыхъ солей должны быть предварительно разложены и заключающіеся въ нихъ элементы превращены въ летучія соединенія. Должны быть приняты, далѣе, какія-либо мѣры къ разложенію на составные цвѣта смѣшанной окраски пламени и, наконецъ, должны быть изысканы дополнительные способы изслѣдованія, которые могли бы раздѣлить между собой элементы со сходной окраской пламени.

Скажемъ нѣсколько словъ о разложеніи только что названныхъ нелетучихъ соединеній.

Чтобы освободить содержащійся въ *фосфорнокислой соли* фосфоръ, ее слѣдуетъ превратить сначала въ тонкій порошокъ растираніемъ въ ступкѣ и, смочивъ сѣрной кислотой, испытывать уже получившееся такимъ образомъ тѣсто. *Борная кислота* разлагается еще труднѣе. Испытываемый минералъ, равнымъ образомъ растертый въ тонкую пыль, тщательно смѣшивается растираніемъ въ ступкѣ съ небольшимъ количествомъ кислаго сѣрнокислаго калія и фтористаго кальція. Подъ вліяніемъ высокой температуры паяльной трубки, въ изготовленной такимъ образомъ массѣ образуется фтористый водородъ, который и дѣйствуетъ затѣмъ разрушающимъ образомъ на борнокислое соединеніе. Но еще труднѣе разложить *кремнекислыя соединенія.* Для разложенія ихъ и освобожденія заключающихся въ нихъ окисей металловъ кремневая кислота должна быть выдѣлена и удалена. Для нѣкоторыхъ силикатовъ это дѣлается сравнительно просто. Измельченный въ пыль порошокъ минерала обливается небольшимъ количествомъ азотной кислоты, разбавленной наполовину водою, и вытѣсненная изъ соединенія кремнекислота выдѣляется въ видѣ студня. Но чаще бываетъ, что непосредственнымъ дѣйствіемъ кислотъ силикатъ не разлагается. Въ такомъ случаѣ онъ долженъ быть сплавленъ предварительно съ содой. Взявши небольное количество порошка испытуемаго минерала, его тщательно перемѣшиваютъ въ ступ-

кѣ съ тройнымъ объемомъ безводной соды (Na_2CO_3) и смачиваютъ нѣсколькими каплями воды. Полученное такимъ путемъ тѣсто захватываютъ въ ушко платиновой проволоки и сплавляютъ передъ паяльной трубкой. Получается мутный или даже совершенно непрозрачный шарикъ, состоящій изъ кремнекислаго натрія, выдѣлившихся окисей металловъ и избытка взятой для реакціи соды. Приготовивши нѣсколько такихъ шариковъ, ихъ измельчаютъ затѣмъ на наковальнѣ и въ ступкѣ, и получившійся порошокъ ссыпаютъ въ небольшую фарфоровую чашечку, въ которой и нагрѣваютъ его съ небольшимъ количествомъ соляной кислоты, разбавленной наполовину водою. Кремневая кислота выдѣляется при этомъ въ видѣ прозрачнаго желе. Продолжая нагрѣваніе содержащихся въ чашечкѣ веществъ, достигаютъ того, что жидкости,—вода и свободная соляная кислота,—испаряются, а студнеподобная кремнекислота превращается въ сухую бѣлую нѣсколько кожистую массу, которая не растворяется ни въ водѣ, ни въ кислотахъ. Воспользовавшись этимъ свойствомъ ея, получившійся послѣ выпариванія остатокъ обливаютъ небольшимъ количествомъ соляной кислоты и въ теченіе нѣсколькихъ секундъ кипятятъ, при чемъ всѣ заключавшіяся въ немъ окиси металловъ переходятъ въ летучія хлористыя соединенія. Послѣ того, разбавивъ растворъ небольшимъ количествомъ воды, его профильтровываютъ черезъ обыкновенную фильтровальную бумагу, освобождая такимъ образомъ отъ кремневой кислоты, а полученный фильтратъ снова выпариваютъ досуха. Сухой остатокъ будетъ состоять уже изъ хлористыхъ соединеній металловъ, входившихъ въ составъ изслѣдуемаго силиката и теперь уже совершенно готовыхъ для всякаго рода испытаній, а въ томъ числѣ и для пробы на окрашиваніе пламени.

Суммируя теперь все, что говорилось о подготовкѣ вещества къ испытанію окрашиваніемъ пламени, можно сказать вообще, что если внесенный въ горячую точку пламени осколокъ минерала не придаетъ ему никакой окраски, слѣдуетъ повторить опытъ, употребивъ въ дѣло послѣдовательно обжиганіе испытуемаго вещества въ возстановительномъ конусѣ и смачиваніе его затѣмъ соляною кислотою, смачиваніе его сѣрной кислотой,

смѣшиваніе съ кислымъ сѣрнокислымъ каліемъ и фтористымъ кальціемъ и, наконецъ, разложеніе содой и соляной кислотою по только что описанному способу. Примѣненіе всѣхъ этихъ пріемовъ поведетъ къ тому, что окрашиваніе пламени будетъ получено, если только въ составѣ минерала имѣются элементы отзывающіеся на эту реакцію. Но теперь является вопросъ, какимъ образомъ разобраться въ смѣшанной окраскѣ пламени, появляющейся въ присутствіи нѣсколькихъ окрашивающихъ его элементовъ, и особенно если болѣе сильная окраска отъ одного изъ нихъ покрываетъ собою и стушевываетъ слабую окраску отъ другого. По этому поводу можно отмѣтить, что случаи, когда дѣйствительно получается такого рода смѣшанная окраска, въ которой нельзя разобраться, бываютъ сравнительно рѣдко. Чаще всего въ окрашенномъ конусѣ бываетъ очень легко отличить одинъ какой-либо характерный тонъ и одновременно съ нимъ, гдѣ-нибудь на краяхъ, въ основаніи или на концѣ конуса ясные проблески другой характерной окраски. Или же послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго окрашиванія однимъ элементомъ при дальнѣйшемъ дутьѣ появляется другая характерная окраска. И самымъ труднымъ случаемъ, имѣющимъ притомъ наибольшую важность, будетъ при этомъ тотъ, когда яркая желтая окраска натрія, элемента очень распространеннаго, покроетъ собою цвѣта сопутствующихъ элементовъ, что сказывается особенно рѣзко при предварительной обработкѣ силикатовъ содой. Но и это препятствіе легко устраняется съ помощью налитого въ пузырекъ раствора индиго или марганцовокислаго калія или, еще удобнѣе, съ помощью простого синяго стеклышка. Разсматривая пламя сквозь такой пузырекъ или такое стеклышко, достигаютъ того, что желтые лучи, испускаемые натріемъ, поглощаются, тогда какъ окраска другихъ металловъ, и особенно часто сопутствующаго ему калія, выступаетъ совершенно ясно.

Такимъ образомъ, въ большинствѣ случаевъ окрашиваніе пламени дастъ ясныя указанія, что въ данномъ минералѣ присутствуютъ тѣ или другіе элементы. Но въ въ виду того, что, во-первыхъ, далеко не всѣ элементы отличаются свойствомъ окрашивать паяльное пламя и, во-вторыхъ, что то или иное

окрашиваніе свойственно обыкновенно цѣлой группѣ веществъ, является необходимость углубить и расширить способъ окрашиванія пламени примѣненіемъ какого-либо другого метода. И такихъ методовъ имѣется нѣсколько.

Прежде всего остановимся на испытаніяхъ вещества съ помощью такъ называемыхъ **плавней**. Однимъ изъ такихъ плавней служитъ обыкновенная *бура*, другимъ—такъ называемя *фосфорная соль*, представляющая изъ себѣ кислую аммонійно-натріевую соль фосфорной кислоты состава $HNaNH_4PO_4.4H_2O$, извѣстную въ аптекарскихъ магазинахъ подъ названіемъ Natrium ammonio-phosphoricum и, наконецъ, третьимъ—*безводная сода*, т.-е. средній углекислый натръ формулы Na_2Co_3. Для пользованія такимъ плавнемъ небольшое количество его насыпается въ небольшую фарфоровую чашечку, какія употребляются при рисованіи акварелью. Затѣмъ конецъ вставленной въ зажимъ платиновой проволочки загибается съ помощью наконечника паяльной трубки въ правильную круглую петельку, діаметръ которой долженъ быть достаточно малъ, чтобы умѣщаться въ сѣченіи возстановительнаго конуса паяльнаго пламени. Раскаливъ такую петельку до-красна надъ свѣчкой, быстро прикасаются ею къ плавню, который и пристаетъ, „прикипаетъ“ къ ней достаточно прочно. Затѣмъ захваченное такимъ путемъ вещество нагрѣвается надъ свѣчкой, при чемъ бура отбрасываетъ отъ себя искривляющіяся и свертывающіяся лопасти, а фосфорная соль начинаетъ кипѣть, испуская легкій запахъ амміака и разбрызгивая отъ себя мелкія капли. Операцію повторяютъ нѣсколько разъ, пока въ ушкѣ проволоки не образуется круглый шарикъ совершенно прозрачнаго и совершенно чистаго „стекла“, состоящаго изъ безводной буры $Na_2B_4O_7$ или мета-фосфорнаго натрія $NaPO_3$. Затѣмъ такимъ шарикомъ, пока онъ еще горячъ и мягокъ, чуть-чуть прикасаются къ растертому въ пыль испытуемому веществу такъ, чтобы нѣкоторая часть его къ нему прилипла. И тогда такой нагруженный испытуемымъ веществомъ шарикъ вносится въ горячую точку паяльнаго пламени. При этомъ происходитъ слѣдующее. Отличаясь весьма большою огнеупорностью, входящія въ составъ „стеколъ“ тетраборная форная кислоты вытѣсняютъ изъ испытуемаго ве-

щества содержащіяся въ немъ кислоты, сравнительно легко разлагающіяся въ паяльномъ пламени, и, соединяясь съ содержащимися въ немъ металлами, даютъ характерно окрашенные, обыкновенно въ яркіе цвѣта, шарики, получившіе названіе *перловъ.*

Полученіе такихъ перловъ съ бурою и фосфорною солью даетъ превосходное средство открывать въ испытуемыхъ веществахъ очень многіе металлы, для чего можно пользоваться двумя слѣдующими таблицами.

Таблица испытаній съ бурою (начало).

Вещество.	Количество его.	Окислительное пламя.		Возстановительное пламя.	
		Горячій.	Холодный.	Горячій.	Холодный.
Кремній . .	Большое.	Безцвѣтный.	Безцвѣтный.	Безцвѣтный.	Безвѣтный.
Алюминій .	„	„	„	„	„
Олово . . .	„	„	„	„	„
Кальцій . .	„	„	Безцвѣтный или непрозрачн. бѣлый.	„	Безвѣтный или непрозрачн. бѣлый.
Стронцій . .	„	„	„	„	„
Барій . . .	„	„	„	„	„
Магній . .	„	„	„	„	„
Бериллій . .	„	„	„	„	„
Цинкъ . . .	„	„	„	„	„
Иттрій . . .	„	„	„	„	„
Лантанъ . .	„	„	„	„	„
Торій . . .	„	„	„	„	„
Цирконій .	„	„	„	„	„
Танталъ . .	„	„	„	„	„
Колумбій .	„	„	„	„	„
Свинецъ . .	„	Блѣдно-жолт.	„	Блѣдно-желт.	Безцвѣтный.
Сурьма . .	„	„	„	„	„
Кадмій . . .	„	„	„	„	„
Висмутъ . .	„	„	„	Сѣрый.	Сѣрый.
Молибденъ .	„	„	„	Бурый.	Бурый.
Вольфрамъ .	Среднее.	„	„	Желтый.	Желтый, желто-бурый.

Таблица испытаній съ бурою (конецъ).

Вещество.	Количество его.	Окислительное пламя.		Возстановительное пламя.	
		Горячій.	Холодный.	Горячій.	Холодный.
Титанъ . .	Среднее.	Блѣдно-желт.	Безцвѣтный или непрозрачн. бѣлый.	Сѣроватый.	Буро-фіолетовый.
Желѣзо . .	Небольш.	Желтый.	Почти безцв.	Блѣдно-зел.	Почти безцвѣтный.
Уранъ . . .	„	„	„	„	„
Церій . . .	„	„	Блѣдно-желт.	Безцвѣтный.	Безввѣтный.
Хромъ . . .	„	„	Желтовато-зеленый.	Зеленый.	Зеленый.
Ванадій . .	„	„	Желтовато-зеленый, почти безцвѣтн.	Грязнозелен.	Чистый зеленый.
Церій . . .	Среднее и большое.	Темно-желт. и оранжевый.	Желтый.	Безцвѣтный.	Безцвѣтный.
Уранъ . . .	„	„	„	Блѣдно-зеленый.	Блѣдно-зеленый или почти безцвѣтный.
Желѣзо . .	„	„	„	Бутылочно-зеленый.	Блѣдный, бутылочно-зеленый.
Хромъ . . .	„	„	Желтовато-зеленый.	Зеленый.	Зеленый.
Мѣдь . . .	Небольш. и средн.	Зеленый.	Голубой.	Безцвѣтный или зеленый.	Непрозрачный красный.
Кобальтъ .	„	Синій.	Синій.	Синій.	Синій.
Никкель . .	„	Фіолетовый.	Краснобурый.	Непрозрачный сѣрый.	Непрозрачный сѣрый.
Марганецъ .	Небольш.	„	Краснофіолетовый.	Безцвѣтный.	Безцвѣтный.
Дидимъ . .	Большое.	Блѣдно-розовый.	Блѣдно-розовый.	Блѣдно-розовый.	Блѣдно-розовый.

Таблица испытаній съ фосфорной солью (начало).

Вещество.	Количество его.	Окислительное пламя. Горячій.	Окислительное пламя. Холодный.	Возстановительное пламя. Горячій.	Возстановительное пламя. Холодный.
Кремній	Больш.	Мутный.	Мутный.	Мутный.	Мутный.
Кальцій	»	Безцвѣтный.	Безцвѣтный. Насыщенные веществомъ перлы бываютъ иногда непрозрачными бѣлыми.	Безцвѣтный.	Безцвѣтный. Насыщенные веществомъ перлы бываютъ иногда непрозрачными бѣлыми.
Стронцій	»	»	»	»	»
Барій	»	»	»	»	»
Магній	»	»	»	»	»
Берилій	»	»	»	»	»
Цинкъ	»	»	»	»	»
Алюминій	»	»	»	»	»
Иттрій	»	»	»	»	»
Лантанъ	»	»	»	»	»
Торій	»	»	»	»	»
Цирконій	»	»	»	»	»
Танталъ	»	Очень блѣдн., желтый.	Безцвѣтный.	Оч. блѣдн. желтый.	Безцвѣтный.
Кадмій	»	»	»	»	»
Свинецъ	»	»	»	Сѣрый.	Сѣрый.
Сурьма	»	»	»	»	»
Висмутъ	»	»	»	»	»
Ніобій	»	»	»	Бурый.	Бурый.
Вольфрамъ	Среднее.	Блѣдно-желт.	»	Грязно-голубой.	Чистый голубой.
Титанъ	Небольш., среднее.	»	»	Желтый.	Фіолетовый.
Церій	Среднее.	Желтый.	»	Безцвѣтный.	Безцвѣтный.
Желѣзо	Небольш.	»	»	Оч. блѣдн. желто-зелен.	»
Уранъ	Среднее.	»	Блѣдн., зелено-желый.	Блѣдн., грязно-зеленый.	Чистый зеленый.
Молибденъ	»	Желтовато-зеленый.	Безцвѣтный.	Грязно-зеленый.	»
Желѣзо	Среднее большое.	Темно-желт., буро-красн.	Желтый и почти безцвѣтн.	Красный, желтый, красно-желтый.	Почти безцв., слегка фіолетовый.
Ванадій	Небольш., средное.	Желтый, темно-желтый.	Желтый.	Грязно-зеленый.	Чистый зеленый.

Таблица испытаній съ фосфорной солью (конецъ).

Вещество.	Количество его.	Окислительное пламя.		Возстановительное пламя.	
		Горячій.	Холодный.	Горячій.	Холодный.
Никкель . .	Небольш., среднее.	Красноватый до красно-бураго.	Желтый, красно-желт.	Красноватый, буро-красн.	Желтый, красно-желт.
Мѣдь . . .	Неболшь.	Зеленый.	Блѣдно-голубой.	Блѣдный, желто-зеленый.	Блѣдн.голуб., почти. безцв., рубиново-красный.
Мѣдь . . .	Среднее.	Темно-зелен.	Голубой.	Буровато-зеленый.	Непрозрачн. красный.
Хромъ . . .	Небольш., среднее.	Грязно-зеленый.	Свѣтло-зеленый.	Грязно-зеленый.	Чистый зеленый.
Кобальтъ . .	"	Синій.	Синій.	Синій.	Синій.
Марганецъ .	Среднее.	Сѣро-фіолетовый.	Фіолетовый.	Безцвѣтный.	Безцвѣтный.
Дидимъ . .	Большое.	Блѣдно-розовый.	Блѣдно-розовый.	Блѣдно-розовый.	Блѣдно-розовый.

Какъ видно изъ заголовковъ этихъ таблицъ, испытуемый шарикъ съ растворившимся въ немъ веществомъ вносится поочередно и въ возстановительный, и въ окислительный конусы паяльнаго пламени, при чемъ обыкновенно получаются совершенно различные результаты. Подвергаясь дѣйствію окислительнаго пламени, растворившееся въ плавнѣ вещество окисляется до высокихъ степеней окисленія. Марганецъ превращается такимъ образомъ въ перекись марганца, желѣзо—въ окись желѣза и т. д. И въ результатѣ получается характерное окрашиваніе перла этими именно веществами. Но когда тотъ же самый перлъ вносится въ возстановительный конусъ, начинается раскисленіе образовавшихся соединеній въ низшіе окислы, при чемъ перекись марганца превращается въ его окись, окись желѣза въ его закись и т. д. А вмѣстѣ съ тѣмъ появляется и новое характерное окрашиваніе перловъ.

Испытанія съ бурой и фосфорной солью представляютъ изъ

себя самую деликатную операцію химическихъ изслѣдованій сухимъ путемъ и удаются вполнѣ хорошо только тогда, если конусы паяльнаго пламени совершенно рѣзки, чисты и устойчивы, а испытуемый шарикъ вносится въ самыя благопріятныя для возстановленія и окисленія точки. Уже предварительное сплавленіе „стеколъ" требуетъ извѣстной чистоты работы, такъ какъ въ случаѣ, если операція эта производится съ конусомъ, опороченнымъ проблесками желтаго пламени, платиновая проволока даетъ иногда соединеніе съ углеродомъ и отекаетъ, какъ это случается нерѣдко и при сплавахъ ея со свинцомъ, висмутомъ, мышьякомъ и сурьмою. Далѣе, если хотя одинъ только край восстановляемаго перла лежитъ за предѣлами возстановительнаго конуса, возстановленія не послѣдуетъ, какъ и въ томъ случаѣ, когда дрожитъ рука или получается неровный, то удлиняющійся, то укорочивающійся возстановительный конусъ. Наконецъ, окислительные и возстановительные процессы перла идутъ иногда очень долго, въ теченіе одной минуты и болѣе, и если вынести перлъ изъ пламени раньше, чѣмъ не перебродятъ въ немъ всѣ возникшія въ началѣ процесса и замѣтныя на глазъ теченія и пока онъ не приметъ совершенно однородной окраски, испытаніе опять-таки не дастъ никакихъ результатовъ. Въ виду всего этого работы съ окрашиваніемъ „стеколъ" служатъ превосходнымъ средствомъ научиться получать хорошее паяльное пламя и твердо знать положеніе въ немъ точекъ, въ которыхъ возстановительные и окислительные процессы протекаютъ наиболѣе энергично. И чтобы овладѣть вполнѣ прочно этимъ пламенемъ, будетъ лучше всего взять такое трудно возстановляемое вещество, какъ перекись марганца, и, растворивъ его въ шарикѣ буры, достичь того, чтобы освѣтлять его безъ всякихъ затрудненій. Это лучшее упражненіе, какое только можно рекомендовать занимающемуся съ паяльной трубкой.

Испытанія съ бурой и фосфорной солью очень часто даютъ возможность выйти изъ затрудненій, когда окрашиваніе пламени дало неопредѣленные результаты. Такъ, если вещество окрашиваетъ пламя въ желто-зеленый цвѣтъ, стоитъ только сдѣлать испытаніе его съ бурою, и вопросъ легко разрѣшится.

Если по охлажденіи насыщеннаго веществомъ и возстановленнаго перла онъ потускнѣетъ и побѣлѣетъ, значитъ окрашиваніе зависѣло отъ барія, если онъ побурѣетъ—значитъ его слѣдуетъ приписать молибдену, а если останется прозрачнымъ и и безцвѣтнымъ, то придется уже заключить о присутствіи бора. Помимо же того сплавленіе съ плавнями даетъ возможность заключать о содержаніи въ испытуемомъ веществѣ очень большого числа такихъ металловъ, которые совсѣмъ не даютъ окраски пламени, и потому совершенно неуловимы этимъ способомъ. Но вмѣстѣ съ тѣмъ и при этихъ испытаніяхъ очень легко могутъ встрѣтиться сомнительные и запутанные случаи, когда трудно бываетъ сказать, что данный перлъ окрашенъ такимъ-то, а не другимъ, близкимъ къ нему по реакціи металломъ, или когда въ испытуемомъ веществѣ содержится смѣсь нѣсколькихъ металловъ. Требуется, такимъ образомъ, и этотъ методъ изслѣдованія дополнить какими-нибудь другими.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію этихъ новыхъ методовъ, скажемъ попутно нѣсколько словъ объ особенныхъ **реакціяхъ на марганецъ, хромъ, кремній и хлоръ,** которыя имѣютъ тѣсную техническую связь съ только что описанными испытаніями. Чтобы доказать присутствіе марганца или хрома, пользуются третьимъ изъ перечисленныхъ выше плавней, а именно содой. Насыпанную въ фарфоровую чашечку соду смачиваютъ слегка водой и шарикъ изъ образовавшагося такимъ образомъ тѣста вносятъ въ окислительное пламя. Въ горячемъ состояніи этотъ шарикъ совершенно безцвѣтенъ и прозраченъ и ничѣмъ не отличается, слѣдовательно, отъ „стеколъ“ буры или фосфорной соли, но, охлаждаясь, становится совершенно непрозрачнымъ и бѣлымъ. Если же внести въ него такъ или иначе немного вещества, содержащаго марганецъ, то, охлаждаясь послѣ нагрѣванія въ окислительномъ пламени, онъ приметъ ясную свѣтлозеленую окраску. Точно такимъ же способомъ узнается и хромъ, который придаетъ растворившему его содовому плавню желтую окраску. Далѣе, смѣшавъ съ содой равный объемъ размельченнаго въ тонкую пыль кремнезема и взявши при этомъ скорѣе больше кремнезема, чѣмъ соды, такою же точно обработкой получившагося тѣста получаютъ настоящее стекло, совершенно

безцвѣтное и прозрачное какъ въ горячемъ, такъ и въ холодномъ состояніи. Если же взять небольшой осколокъ содержащаго въ себѣ кремній минерала и помѣстить его въ шарикъ фосфорной соли или же захватить на этотъ шарикъ порошка кремнекислой соли въ такомъ количествѣ, чтобы онъ покрывалъ только половину этого шарика, а потомъ накалить его въ горячей точкѣ пламени, то содержащіяся въ минералѣ окиси металловъ растворятся, тогда какъ кремнеземъ соберется въ серединѣ перла въ видѣ полупрозрачной нерастворившейся массы, которую легко разсмотрѣть простымъ глазомъ или въ лупу. Осколки же вещества такъ и сохраняютъ при этомъ свою первоначальную форму, отчего такое нерастворяющееся въ „стеклѣ“ вещество и получило названіе *скелета кремнезема.* Нѣсколько времени назадъ эта реакція считалась одной изъ самыхъ точныхъ, но потомъ было установлено, однако, что нѣкоторые кремнекислые минералы, каковы цеолиты, растворяются въ фосфорномъ „стеклѣ“ безъ всякаго остатка, тогда какъ другіе, содержа въ себѣ кремнеземъ, остаются тѣмъ не менѣе совершенно неразложившимися. Въ виду этого теперь и приходится считать это испытаніе на кремнеземъ хотя и очень полезнымъ, но не рѣшительнымъ. Наконецъ, такимъ же шарикомъ фосфорныя соли пользуются и для открытія хлора. Для этой цѣли горячій шарикъ насыщается порошкомъ окиси мѣди настолько, что становится совершенно непрозрачнымъ и темнымъ. Тогда, коснувшись имъ слегка порошка испытуемаго минерала, его вносятъ въ окислительное пламя, и образовавшаяся при этомъ хлористая мѣдь окраситъ пламя свойственнымъ ей лазурно-голубымъ и отливающимъ по временамъ зеленымъ, а по краямъ пурпурнымъ цвѣтомъ. Реакція эта имѣетъ, однако, тѣ же недостатки, какъ и полученіе скелета кремнезема. Нѣкоторые содержащіе хлоръ минералы на нее не отзываются, а кромѣ того, почти точно такое же окрашиваніе пламени, только нѣсколько менѣе рѣзкое, даютъ бромистыя соединенія мѣди.

Третьимъ важнымъ пріемомъ химическаго анализа веществъ сухимъ путемъ служитъ **нагрѣваніе** ихъ **на углѣ.**

Выше указано было, какіе слѣдуетъ брать для этого угли

и какую имъ слѣдуетъ придавать форму. Теперь же можно прибавить еще, что ямка для помѣщенія вещества должна быть высверлена не далѣе нѣсколькихъ миллиметровъ отъ одного изъ болѣе короткихъ краевъ угля, такъ чтобы ее удобно было достать концомъ возстановительнаго конуса. Поверхность же угля должна быть совершенно ровной и чистой. Испытуемое вещество должно быть превращено растираніемъ въ тончайшую пыль и тщательно смѣшано съ двойнымъ объемомъ безводной соды. Приготовленная такимъ образомъ смѣсь помѣщается въ ямку на углѣ и, какъ это всегда дѣлается при обработкѣ порошкообразныхъ веществъ паяльнымъ пламенемъ, придавливается слегка пальцемъ и смачивается одной или двумя каплями дистиллированной воды, чтобы предупредить ея распыленіе. Испытаніе должно быть произведено въ точкѣ наибольшей температуры пламени, для чего находящееся на углѣ вещество обрабатывается концомъ возстановительнаго конуса. И при этомъ слѣдуетъ приложить особенное стараніе къ тому, чтобы непосредственному дѣйствію пламени подвергалось только самое вещество и чтобы нагрѣвались и раскалялись только стѣнки ямки, а отнюдь не передній край угля, который будетъ иначе обгорать, или верхняя поверхность его, которая должна во все время опыта оставаться по возможности холодной, чтобы сохранить на себѣ осѣдающіе на нее налеты. Пламя же паяльной трубки направляется при этомъ съ большимъ наклономъ книзу, между тѣмъ какъ уголь ставится отлого, такъ, чтобы выходящая изъ устья трубки струя воздуха „вползала“ по его поверхности кверху.

Что же произойдетъ, когда струя паяльнаго пламени будетъ направлена на помѣщающуюся на углѣ пробу? Въ горячей атмосферѣ конца возстановительнаго конуса участвующія въ испытаніи соли расщепятся, диссоціируютъ на свои составныя части, и произойдетъ обмѣнное разложеніе между ними. Натрій, какъ элементъ сравнительно болѣе энергичный, вытѣснитъ изъ ихъ первоначальныхъ соединеній всѣ такъ называемые тяжелые металлы и войдетъ въ соединеніе съ ихъ кислотами. Такимъ образомъ, напримѣръ, изъ кремнекислой мѣди получится кремнекислый, изъ фосфорнокислой мѣди—фосфорнокислый натрій,

который и сплавляется затѣмъ въ пламени трубки чаще всего въ стекловатую массу того или иного цвѣта. Если испытуемое вещество заключало въ себѣ сѣру, образуется при этомъ, какъ одна изъ составныхъ частей шлака, сѣрнистый натрій. Въ чистомъ видѣ это вещество сплавляется на углѣ въ бурокрасную массу, напоминающую по цвѣту печень и получившую вслѣдствіе того названіе **сѣрной печени**. Образованіе „сѣрной печени", получится ли она въ чистомъ видѣ со свойственнымъ ей характернымъ цвѣтомъ, или войдетъ въ шлакъ незамѣтной на-глазъ составной частью, служитъ превосходнымъ средствомъ открыть въ испытуемомъ минералѣ присутствіе сѣры. Для этого образовавшійся шлакъ разбивается въ мелкій песокъ на наковальнѣ и сметается затѣмъ на серебряную пластинку или, удобнѣе всего, на тщательно вымытую и вытертую серебряную монету. Затѣмъ порошокъ смачивается каплей дистиллированной или прокипяченной воды, и если въ немъ дѣйствительно содержалась сѣрная печень, въ присутствіи воды и сѣрнистаго натрія серебро монеты начинаетъ быстро переходить въ темное сѣрнистое соединеніе. На поверхности ея появляется темнобурое или, если сѣры въ минералѣ много, совершенно черное пятно, которое можно отчистить наждачной бумагой.

Выдѣлившаяся изъ соды угольная кислота образуетъ путемъ обмѣннаго разложенія углекислыя соли съ тяжелыми металлами, вытѣсненными натріемъ изъ минерала, но подъ вліяніемъ высокой температуры соединенія эти распадаются на углекислый газъ,—который улетучится въ воздухъ,—и окислы металловъ. Но здѣсь начинаетъ проявлять себя уже возстанавливающее дѣйствіе угля, который, сгорая въ окись углерода, разлагаетъ образовавшіяся окиси такимъ образомъ, что кислородъ ихъ образуетъ вмѣстѣ съ окисью углерода улетучивающійся углекислый газъ, а металлъ, возстановленный до чистаго состоянія, скопляется на углѣ. Золото, серебро, свинецъ, сурьма, висмутъ и олово стекаются при этомъ въ одну ярко свѣтящуюся каплю расплавленнаго и раскаленнаго металла, которая, остывая, даетъ небольшое металлическое зерно или „королекъ", тогда какъ желѣзо, кобальтъ, никкель и платина превращаются въ мелкія сѣрыя, а мѣдь—въ краснова-

тыя блестки, или чешуйки, которыя ясно видны на поверхности шлака. Но, стекаясь на углѣ въ одну общую каплю, летучіе металлы, каковы свинецъ, сурьма, висмутъ и олово, превращаются уже отчасти въ парообразное состояніе, и раскаленные металлическіе пары, уносимые струею воздуха, попадаютъ въ конусъ окислительнаго пламени, присоединяютъ къ себѣ кислородъ и ложатся тяжелымъ налетомъ окисей на холодной поверхности угля. Тѣ же металлы, которые еще болѣе летучи, чѣмъ свинецъ, сурьма, висмутъ и олово, обращаются въ пары цѣликомъ, не оставляя на углѣ металлической капли, и, образовавъ въ его углубленіи только обычный шлакъ, ложатся на его холодной поверхности налетомъ окиси. Къ такимъ металламъ, дающимъ налеты безъ королька, принадлежатъ цинкъ, кадмій, молибденъ, теллуръ, селенъ и мышьякъ, при чемъ образованіе налетовъ отъ двухъ послѣднихъ элементовъ сопровождается очень характернымъ запахомъ. Запахъ, оставляемый мышьякомъ, принято сравнивать съ запахомъ чеснока, а запахъ селена—съ запахомъ тухлой рѣдьки.

Получающіеся при описанномъ испытаніи чистые металлы и налеты даютъ чрезвычайно цѣнныя указанныя на составъ изслѣдуемаго минерала, при чемъ, кромѣ указаннаго выше общаго для нихъ способа полученія, примѣняются нерѣдко еще нѣкоторые другіе, заслуживающіе упоминанія какъ по тѣмъ небольшимъ количествамъ вещества, которыя нужны для воспроизведенія реакціи, такъ и по чистотѣ получающихся продуктовъ.

Для выдѣленія изъ минерала чистаго металла очень удобно можно воспользоваться пропитанной содой спичкой. Для этого берется простая круглая лучинка съ продольными волокнами,— а не четырехугольная, и притомъ пропитанная посторонними веществами шведская спичка,—и кристаллическая, содержащая въ себѣ воду сода, которую можно получить, насыщая теплую воду обыкновенной средней содой и оставляя затѣмъ этотъ растворъ постоять въ холодномъ мѣстѣ. Расплавивши нѣсколько кристалловъ такой соды, погружаютъ въ нее до трехъ четвертей длины приготовленную лучинку и затѣмъ осторожно обжигаютъ ее на свѣчкѣ, при чемъ жидкая сода проникаетъ во всѣ поры образующагося угля. Испытуемое вещество, растертое въ

мелкій порошокъ, смѣшивается въ ступкѣ съ двойнымъ количествомъ безводной соды, и приготовляется, слѣдовательно, такая же смѣсь, какая употребляется для всякихъ испытаній на углѣ. Эта смѣсь растирается стеклянной палочкой съ каплей расплавленной соды въ пластическое тѣсто, и образовавшаяся при этомъ паста захватывается кончикомъ обугленной спички. Изготовленную такимъ образомъ пробу вносятъ въ горячую точку паяльнаго пламени, а потомъ, когда она расплавится, въ возстановительное пламя. Начинается вспучиваніе вещества отъ выдѣляющихся газовъ и затѣмъ переходъ его въ спокойную освѣтлѣвшую жидкость. Реакція окончилась, и вынимая теперь изъ пламени уголь, можно видѣть въ лупу на концѣ его королекъ или чешуйки выдѣлившагося металла.

Образовавшіеся на углѣ **корольки** и **чешуйки** металла раскалачиваются вмѣстѣ со шлакомъ молоткомъ на наковальнѣ, растираются въ ступкѣ, отмачиваются водою и собираются отдѣльно. Чешуйки желѣза, кобальта и никкеля, а равно окислы ихъ, которые получаются часто въ видѣ небольшихъ шариковъ, когда процессъ возстановленія не былъ достаточно энергичнымъ, обладаютъ магнитными свойствами, притягиваютъ къ себѣ магнитную стрѣлку и могутъ быть извлечены изъ обработанной на углѣ и измельченной пробы съ помощью магнита. Извлеченный же такимъ образомъ матеріалъ можетъ быть испытанъ нагрѣваніемъ въ ушкѣ платиновой проволоки съ бурою, послѣ чего не останется уже никакихъ сомнѣній въ томъ, какой именно изъ этихъ металловъ входитъ въ составъ изслѣдуемаго минерала. Въ отличіе отъ желѣза, кобальта и никкеля, чешуйки платины не притягиваются магнитомъ, а равно не окисляются и не растворяются при испытаніи съ бурою, оставаясь все время въ видѣ взвѣшенной въ „стеклѣ" пыли. Желтый цвѣтъ королька, его сравнительная легкоплавкость и чистый блескъ на воздухѣ доказываютъ присутствіе золота. Желтаго цвѣта корольки даютъ иногда и мѣдь, но корольки эти легко отличить отъ золотыхъ по ихъ характерному красному оттѣнку, по сравнительной трудноплавкости и свойству темнѣть болѣе или менѣе быстро на воздухѣ. Кромѣ же того, мѣдь легко можетъ быть растворена въ азотной кислотѣ,

а получившаяся этимъ путемъ азотнокислая мѣдь—выпарена и испытана окрашиваніемъ пламени. Серебро даетъ бѣлый королекъ, который отливается сильнымъ металлическимъ блескомъ и тогда, когда его держатъ въ возстановительномъ пламени, и тогда, когда оно выносится на воздухъ. При очень продолжительномъ плавленіи на углѣ появляется на немъ легкій буроватый налетъ окиси серебра. Похожій на серебро королекъ даетъ и олово, но металлическое олово, оставаясь блестящимъ и чистымъ въ возстановительномъ пламени, на воздухѣ скоро покрывается бѣлымъ матовымъ налетомъ или, какъ говорятъ, „рубашкой" окиси олова. Кромѣ того, образованіе оловяннаго королька сопровождается отложеніемъ синевато-зеленаго налета на углѣ. Свинцовые корольки отличаются необыкновенной мягкостью, отчего свободно рѣжутся ножомъ. Оставаясь блестящими въ возстановительномъ пламени, они тускнѣютъ на воздухѣ, покрываясь сѣрой рубашкой. Образованіе же ихъ сопровождается отложеніемъ желтаго налета на углѣ. Наконецъ, корольки висмута и сурьмы, которые тускнѣютъ на воздухѣ, и въ противоположность всѣмъ остальнымъ королькамъ, не обладаютъ ковкостью, раскрашиваются при ударахъ молотка на наковальнѣ. Отличаются же они одинъ отъ другого тѣмъ, что въ присутствіи сурьмы на углѣ получается густой дымъ, а въ присутствіи висмута—желтый налетъ, похожій на налетъ свинцовой окиси.

Если по ходу испытаній важно получить какъ можно болѣе чистый и притомъ удобный для дальнѣйшихъ изслѣдованій **налетъ,** пользуются иногда особымъ приборомъ, съ помощью котораго образующаяся при нагрѣваніи пробы окись металла осаждается на стеклышко. Приборъ этотъ (рис. 10) состоитъ изъ перекрещивающихся подъ прямымъ угломъ двухъ скобокъ и зажима.

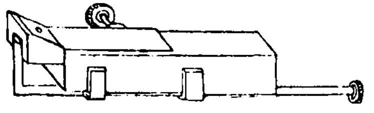


Рис. 10. Приборъ для налетовъ.

Въ скобки вставляется правильно вырѣзанная таблетка обыкновеннаго древеснаго угля, покрытая стеклянной пластинкой. На одинъ изъ узкихъ краевъ этой таблетки накладывается

трехгранная угольная же призма, которая плотно прижимается къ краю стекла зажимомъ съ винтомъ или спиральной пружиной. На свободной и наклоненной къ стеклу поверхности призмы высверливается маленькая ямка для помѣщенія вещества, которое и нагрѣвается обычнымъ порядкомъ концомъ возстановительнаго конуса, при чемъ стеклянная пластинка, во избѣжаніе растрескиванія, нагрѣвается предварительно до горячаго состоянія. Въ виду того, что образующіяся при этомъ испытаніи окиси металловъ очень хорошо улавливаются съ помощью такого прибора и притомъ нисколько не стушевываются посторонними веществами, для полученія характернаго налета можно брать только ничтожныя количества минерала. Осѣвшая же на стекло окись очень легко можетъ быть изслѣдована затѣмъ съ помощью тѣхъ или другихъ пріемовъ. Главнѣйшій изъ нихъ— микрохимическій анализъ.

Приведемъ теперь таблицу, съ помощью которой можно распознавать испытуемыя вещества по налетамъ ихъ окисловъ на углѣ.

Таблица налетовъ на углѣ (начало).

Характеръ налета. Ближе къ пробѣ.	Характеръ налета. Дальше отъ пробы.	Вещество.	Примѣчанія.
Бѣлый, очень летучій, ложится далеко отъ пробы.	Бѣлый, сѣроватый.	Окись мышьяка As_2O_3	Получается, когда мышьякъ, сѣрнистый мышьякъ или мышьяковистые металлы нагрѣваются въ окислительномъ пламени; часто ощущается чесночный запахъ.
Стально-сѣрый со слабымъ металлическимъ блескомъ, очень летучій.	Бѣлый, часто отливающій въ красный.	Селенистый ангидридъ SeO_2, красное вещество — свободн. Se.	Получается при накаливаніи селенистыхъ металловъ въ окислит. плам. Внесенный въ востановит. конусъ налетъ придаетъ пламени лазурно-голубую окраску. Чувствуется запахъ рѣдьки.

Таблица налетовъ на углѣ (продолженіе).

Характеръ налета.		Вещество.	Примѣчанія.
Ближе къ пробѣ.	Дальше отъ пробы.		
Бѣлый, очень летучій, ложится но большей части далеко отъ пробы.	Бѣлый, мало замѣтный.	Окись таллія TlO_2.	Нагрѣтый въ возстановительномъ конусѣ, окрашиваетъ пламя въ зеленый цвѣтъ.
Густой бѣлый, летучій.	Сѣрый, иногда слегка буроватый.	Бѣлое вещество—теллуристый ангидридъ TeO_2, сѣрое—свободный теллуръ.	Нагрѣтый въ возстановит. конусѣ налетъ окрашиваетъ пламя въ зеленый цвѣтъ.
Густой бѣлый, ложится около самой пробы, летучій.	Голубоватый.	Окислы сурьмы Sb_2O_3 и Sb_2O_4.	Получается, когда сурьма, ея окислы или сѣрнистыя соединенія обжигаются окислительнымъ пламенемъ.
Канареечно-желтый въ горячемъ состояніи и бѣлый въ холодномъ, въ окислит. пл. не летучъ.	Слабый бѣлый.	Окись цинка ZnO.	При смачиваніи слабымъ растворомъ азотно-кислаго кобальта и накаливаніи въ окислительн. плам. становится зеленымъ.
Слабый желтый или бѣлый въ горячемъ состояніи, въ холодномъ бѣлый, въ окисл. пл. не летучъ.	Слабый бѣлый.	Оловянный ангидридъ SnO_2	При смачиваніи слабымъ растворомъ азотнокислаго кобальта и нагрѣваніи въ окислит. плам. принимаетъ голубовато-зеленую окраску.
Блѣдно-желтый въ горячемъ состояніи и бѣлый въ холодномъ, иногда мѣстами ясно кристаллическій, въ окислит. плам. летучъ.	Голубоватый.	Молибденовый ангидридъ MoO_3.	При мгноненномъ дѣйствіи на налетъ возстановительнымъ конусомъ получается лазурно-голубая окраска MoO_2. MoO_3. При болѣе продолжит. дѣйствіи появляется мѣдно-красная окраска отъ MoO_2.

Таблица налетовъ на углѣ (конецъ).

Характеръ налета. Ближе къ пробѣ.	Характеръ налета. Дальше отъ пробы.	Вещество.	Примѣчанія.
Темно-желтый въ горячемъ и свѣтло-желтый въ холодномъ состоянiи, летучiй и въ окислит., и въ возстановит. пламени.	Голубовато-бѣлый.	Окись свинца PbO.	При нагрѣванiи на мѣстѣ пробы смѣси сѣрнаго цвѣта съ порошкомъ iодистаго калiя превращается въ летучiй желтовато-зеленый налетъ iодистаго свинца.
Темно-оранжевый въ горячемъ и оранжево-желтый въ холодномъ состоянiи, летучiй. и въ окислит., и въ востан. пламени.	Зеленовато-бѣлый.	Окись висмута Bi_2O_3.	При нагрѣванiи на мѣстѣ пробы смѣси сѣрнаго цвѣта съ порошкомъ iодистаго калiя превращается въ летучiй ярко-красный или шоколадно-бурый налетъ iодистаго висмута.
Темный, почти черный, переходящiй на нѣкотор. разстоянiи въ красно-бурый, летучiй и въ окислит., и въ возстан. пламени.	Желтый.	Окись кадмiя CdO.	Если налетъ очень тонокъ, на немъ появляются радужные переливы.

Подобно реакцiямъ съ окрашиванiемъ пламени и „стеколъ", налетъ окиси на углѣ характеризуетъ иногда, такимъ образомъ, не опредѣленный металлъ, а группу металловъ. Такъ, свинецъ и висмутъ даютъ похожiе другъ на друга желтые, сурьма, мышьякъ, теллуръ, молибденъ—бѣлые, а цинкъ и олово—желтые, бѣлѣющiе при охлажденiи налеты. Правда, налеты эти, несмотря на сходный основной цвѣтъ, при аккуратной работѣ получаются достаточно характерными. Такъ, сурьма даетъ густой, долго

дымящій налетъ, начинающій осѣдать уже около самаго мѣста нагрѣва; мышьякъ вырывается изъ углубленія угля легкимъ подвижнымъ дымкомъ и осаждается только на самыхъ холодныхъ частяхъ его, оставляя вокругъ пробы большой черный эллипсъ непокрытаго окислами угля и распространяя при этомъ рѣзкій чесночный запахъ; теллуръ образуетъ почти такой же налетъ, но не даетъ какого-либо характернаго запаха; молибденъ ложится обильнымъ, ровнымъ, недымящимся осадкомъ. Наконецъ, налеты свинца и висмута, какъ и налеты олова и цинка, отличимы до извѣстной степени по оттѣнку ихъ красокъ. Но для того, чтобы быть вполнѣ увѣреннымъ въ правильности анализа, нужно продѣлать еще повѣрочныя реакціи, указанныя въ примѣчаніяхъ къ таблицѣ. Надо попробовать согнать налетъ съ угля возстановительнымъ или окислительнымъ пламенемъ, испытать его мгновеннымъ дѣйствіемъ возстановительнаго конуса (*Mo*), окрашиваніемъ пламени (*Se*, *Te*) прибѣгнуть къ переводу осѣвшихъ на углѣ окисей въ іодистыя соединенія (*Bb*, *Bi*) или сплавленію съ азотнокислымъ кобальтомъ (*Sn*, *Zn*).

Переводъ окиснаго налета въ іодистое соединеніе металла можетъ быть сдѣланъ или на томъ же углѣ, на которомъ онъ полученъ, или на гипсовой таблеткѣ, которую очень легко приготовить. Для этого стоитъ только перемѣшать имѣющійся въ продажѣ безводный гипсъ съ водою и вылить получившееся такимъ образомъ тѣсто на стекло. Вылитую массу располагаютъ въ ровный слой миллиметра въ три или четыре толщиною и пока онъ еще не отвердѣлъ, вырѣзываютъ изъ него прямоугольныя пластинки шириною приблизительно въ три и длиною въ восемь сантиметровъ. Испытуемое вещество кладется на краю такой таблетки и смѣшивается въ тѣсто съ нѣсколькими каплями іодистоводородной кислоты, при чемъ вмѣсто іодистоводородной кислоты, которая плохо сохраняется, очень удобно можно примѣнять смѣсь сѣрнаго цвѣта и порошкообразнаго іодистаго калія, взятыхъ въ равныхъ объемахъ. Эту смѣсь, прибавивъ къ ней изслѣдуемаго вещества, можно смочить водою. Нагрѣвать испытуемое тѣсто нужно въ легкомъ окислительномъ пламени, достаточномъ для того, чтобы началась реакція и образовалось

небольшое теченіе воздуха по направленію къ верхнимъ частямъ гипсовой или угольной таблетки. Если для испытанія былъ взятъ іодистый водородъ, іодъ его прямо соединяется съ содержащимся въ испытуемомъ веществѣ металломъ, и образовавшееся летучее іодистое соединеніе его отлагается на гипсѣ или углѣ. Если же была взята смѣсь сѣры и іодистаго калія, сѣра соединяется съ каліемъ и освобождаетъ, такимъ образомъ, іодъ, который тогда уже образуетъ съ металломъ испытуемаго вещества летучее іодистое соединеніе. Іодистыя соединенія металловъ, характерно окрашенныя, даютъ уже полную возможность разобраться въ сходныхъ налетахъ нѣкоторыхъ металловъ, особенно свинца и висмута: іодистое соединеніе свинца желто-зеленаго, а висмута—ярко-краснаго или шоколадно-бураго цвѣта.

Наконецъ, еще одно средство различать сходные налеты заключается, какъ сказано, въ сплавленіи получившихся окисей съ азотно-кислымъ кобальтомъ.

Испытаніе съ азотно-кислымъ **кобальтомъ** примѣняется не только какъ подсобное средство для распознаванія сходныхъ налетовъ, но имѣетъ и самостоятельное значеніе. Съ помощью этого метода распознается сухимъ путемъ алюминій. Тѣмъ же путемъ получаются весьма важныя данныя для отличія магнія, олова и цинка. Для испытанія употребляется розовый растворъ азотно-кислаго кобальта въ десяти вѣсовыхъ частяхъ воды, при чемъ самыя испытанія могутъ производиться только съ *абсолютно* неплавящимися передъ паяльной трубкой веществами. Это непремѣнное условіе, которое прежде всего слѣдуетъ имѣть въ виду, такъ какъ иначе выдѣлившійся изъ реактива кобальтъ окраситъ оплавившійся минералъ въ синій цвѣтъ, какъ окрашиваетъ онъ „стекло“ буры или фосфорной соли, и всякое значеніе испытанія будетъ уничтожено. Второе условіе для примѣненія этого метода,—чтобы испытуемое вещество было окрашено въ какіе-либо блѣдные цвѣта, на которыхъ легко наблюдать всякое измѣненіе въ окраскѣ [1]). Для испытаній берется небольшой осколокъ такого совершенно неплавкаго и свѣтло

---

[1]) Въ существующихъ опредѣлителяхъ это правило соблюдается не строго.

окрашеннаго минерала, смачивается растворомъ кобальта и вносится въ горячую точку паяльнаго пламени впереди острея возстановительнаго конуса. Но еще лучше, если испытуемое вещество будетъ размельчено въ тонкую пыль,—при чемъ оно превратится въ *бѣлый* порошокъ,—ссыпано въ углубленіе на углѣ, смочено растворомъ кобальта и нагрѣто остреемъ возстановительнаго конуса. Отъ дѣйствія высокой температуры реактивъ разложится тогда на кислородъ, двуокись азота и окись кобальта. Газы улетучатся, а окись кобальта соединится съ окисью содержащагося въ испытуемомъ веществѣ металла, образуя ярко окрашенное вещество, характерное для каждаго изъ четырехъ названныхъ выше металловъ. Приведемъ относящуюся сюда таблицу.

Таблица испытаній съ кобальтомъ.

Окраска.	Вещество.	Примѣчанія.
Блѣдно-розовая или мясо-красная.	Магнезія MgO и содержащія ее соли.	Окраска получается только тогда, когда взяты очень чистыя соединенія, и не очень характерна.
Зеленая, замѣтная лучше всего по охлажденіи.	Окись цинка ZnO и содержащія ее соединенія.	Испытаніе можетъ быть сдѣлано съ осколкомъ минерала или съ налетомъ, получившимся на углѣ.
Голубовато-зеленая.	Оловянный ангидридъ SnO_2.	Наблюдается при испытаніи налета на углѣ.
Ультрамариново-голубая.	Окись алюминія Al_2O_3 и содержащія ее соединенія.	Почти самая лучшая изъ реакцій на алюминій, но слѣдуетъ остерегаться смѣшать съ алюминіевыми соединеніями силикаты цинка.

Познакомившись съ окрашиваніемъ пламени, употребленіемъ плавней, полученіемъ корольковъ и налетовъ и испытаніями посредствомъ кобальта, скажемъ еще о примѣненіи къ изслѣ-

дованію минераловъ стеклянныхъ трубокъ. Вошедшія въ минералогическую практику стеклянныя трубки изготовляются изъ тугоплавкаго стекла и бываютъ двухъ родовъ: закрытыя и открытыя. **Закрытыя трубки** (рис. 11) имѣютъ около восьми сантиметровъ длины и около трехъ или четырехъ миллиметровъ въ діаметрѣ, при чемъ слѣпой конецъ ихъ выдувается въ видѣ шарика, ширина котораго превышаетъ вдвое ширину самой трубки. Само собою разумѣется, что указанная величина трубки можетъ нѣсколько варьировать, но очень важно, чтобы всѣ изготовленныя для опытовъ трубки имѣли по возможности уже разъ принятые размѣры, такъ какъ при испытаніяхъ съ ними приходится брать обыкновенно одно и то же количество вещества, чтобы судить о количествѣ выдѣляющихся изъ него возгоновъ. Для изготовленія такихъ трубокъ требуется пламя высокой температуры. Приготовленіе ихъ собственными средствами, если не имѣется подъ руками паяльной машины, оказывается поэтому недоступнымъ и ихъ приходится заказывать въ такомъ случаѣ въ мастерскихъ, имѣющихъ у себя паяльные станки, при чемъ каждая трубочка, считая въ томъ же числѣ и матеріалъ, обходится въ одну или въ полторы копейки. Закрытой трубкой очень удачно можно воспользоваться для *разложенія* особенно *устойчивыхъ* сѣрнистыхъ, титановыхъ, вольфрамовыхъ, борнокислыхъ и галоидныхъ *соединеній*, для чего тонкій порошокъ ихъ растирается съ кислымъ сѣрнокислымъ каліемъ и нагрѣвается въ шарикѣ трубки до тѣхъ поръ, пока освободившаяся при нагрѣваніи сѣрная кислота не разложитъ испытуемаго минерала и вся смѣсь не превратится въ совершенно однородную жидкость. Охлаждаясь, расплавленное вещество превращается въ твердую массу, которую и извлекаютъ изъ трубки, разбивая ее на наковальнѣ. Точно такимъ же образомъ пользуются закрытой трубкой и для *открытія фосфора*. Порошокъ минерала накаливается передъ паяльной трубкой въ смѣси съ магнезіей, и получившаяся масса смачивается каплею воды. Тогда, въ при-

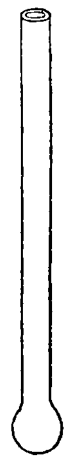


Рис. 11 Закрытая трубка.

сутствіи фосфора, образуется летучій фосфорный водородъ, который и узнается по сильному и характерному запаху. Но это только случайная, хотя и очень полезная роль закрытой трубки. Главное же ея назначеніе состоитъ въ *разложеніи* испытуемыхъ веществъ при высокой температурѣ *безъ доступа воздуха.*

Испытуемый матеріалъ вносится въ закрытую трубку въ видѣ мелкихъ осколковъ, размѣромъ отъ просяного до конопляного зерна, чтобы природный цвѣтъ минерала оставался ясно замѣтнымъ. Измельченнымъ такимъ образомъ матеріаломъ заполняется около половины шарика, а каналъ трубки старательно прочищается скрученной бумажкой отъ приставшей къ нему пыли. Затѣмъ шарикъ трубки нагрѣвается, сначала прямо надъ свѣчкой, а потомъ передъ остреемъ возстановительнаго конуса, при чемъ стекло начинаетъ свѣтиться и плавиться. При этомъ подъ вліяніемъ нагрѣванія часть воздуха выходитъ изъ трубки, и въ создавшейся такимъ образомъ разрѣженной атмосферѣ происходятъ различныя измѣненія испытуемаго минерала, начиная отъ легкой перемѣны въ его окраскѣ и кончая химическимъ расщепленіемъ его на составныя части, которыя и выдѣляются или въ видѣ летучихъ паровъ, осѣдающихъ въ холодныхъ частяхъ трубки твердыми налетами и жидкими возгонами, или газовъ, обладающихъ характернымъ запахомъ или цвѣтомъ.

Измѣненіе цвѣта минераловъ является чаще всего результатомъ разложенія ихъ и выдѣленія изъ первоначальнаго вещества окиси металловъ. Приведемъ табличку измѣненій въ цвѣтѣ веществъ, имѣющихъ въ своемъ составѣ наиболѣе распространенные металлы.

Первоначальный цвѣтъ.	Цвѣтъ послѣ нагрѣванія.		Вещество.
	Въ горяч. состояніи.	Въ холодн. сост.	
Зеленый, голубой.	Черный.	Черный.	Мѣдь.
Зеленый, бурый.	„	„	Желѣзо.
Розовый.	„	„	Марганецъ.
„	„	„	Кобальтъ.
Темно-красный.	„	Темно-красный.	Желѣзо.
Бѣлый, безцвѣтн.	Темно-желт., бурый.	Свѣтло-желт. бѣлый.	Свинецъ.
„ „	„ „	„ „	Висмутъ.
„ „	Блѣдно-желтый.	Бѣлый.	Цинкъ.

Изъ углекислыхъ соединенiй выдѣляется при накаливанiи ихъ въ трубкѣ безцвѣтный и не пахнущiй углекислый газъ CO_2, который легко узнать, пустивъ въ отверстiе трубки съ помощью пипетки одну каплю прозрачной баритовой или известковой воды. Въ присутствiи углекислаго газа образуется бѣлая углекальцiевая или углебарiевая соль, отъ которой опущенная капля мутнѣетъ. Изъ нѣкоторыхъ сѣрнокислыхъ солей выдѣляется безцвѣтный сѣрнистый газъ SO_2, который легко узнается по свойственному только ему запаху. При нагрѣванiи нѣкоторыхъ богатыхъ кислородомъ окисловъ или солей металловъ выдѣляется безцвѣтный и не пахнущiй кислородъ, который легко, однако, открыть, опустивъ въ отверстiе трубки тлѣющiй кончикъ лучинки. Въ присутствiи кислорода едва тлѣющiй уголекъ будетъ разгораться и, можетъ быть, вспыхнетъ даже яркимъ пламенемъ. Выдѣляющiйся амміакъ NH_3 легко, далѣе, узнать по очень характерному запаху нашатырнаго спирта, двуокись азота NO_2—по ея красно-бурымъ парамъ. Выдѣляющiйся безцвѣтный фтористый водородъ отличается особенно ѣдкимъ запахомъ, быстро окрашиваетъ въ красный цвѣтъ, а потомъ и обезцвѣчиваетъ вставленную въ устье трубочки смоченную водой синюю лакмусовую бумажку, а когда его появляется достаточно много,—разъѣдаетъ даже стекло, выдѣляя изъ него бѣловатый кремнеземъ, отлагающiйся кольцомъ внизу трубки. Хлоръ при простомъ нагрѣванiи никогда не выдѣляется изъ минераловъ. Бромъ узнается по краснобурымъ, ѣдкимъ и пахучимъ, а iодъ по фiолетовымъ парамъ, которые осаждаются иногда внутри трубки въ видѣ твердыхъ кристалловъ. Наконецъ, всякаго рода органическiя соединенiя, каковы асфальтъ, озокеритъ, янтарь и т. п., выдѣляютъ при нагрѣванiи различные газообразные продукты, которые сопровождаются при своемъ появленiи образованiемъ темныхъ возгоновъ и могутъ быть узнаны по характерному запаху гари.

Приведемъ теперь необходимыя данныя для распознаванiя осѣдающихъ на стѣнкахъ закрытой трубки жидкихъ возгоновъ и твердыхъ налетовъ.

Возгоны и налеты въ закрытой трубкѣ (начало).

Характеръ налета или возгона. Горячаго.	Характеръ налета или возгона. Холоднаго.	Вещество.	Примѣчанія.
Безцвѣтный, жидкій, легко улетучивающійся.	Безцвѣтный, жидкій.	Вода H_2O.	Выдѣляется изъ всѣхъ минераловъ, которые содержатъ кристаллизаціонную или гидроксильную воду. Въ чистомъ видѣ показываетъ нейтральную реакцію; если одновременно выдѣлилась соляная, сѣрная, плавиковая или др. кислота — кислую, а въ присутствіи амміака—щелочную.
Блѣдно-желтый или безцвѣтный, жидкій, трудно улетучивающійся.	Безцвѣтные или бѣлые шарики.	Теллуристый ангидридъ TeO_2.	Получается отъ теллура и немногихъ изъ его соединеній.
Красный или темно-желтый, жидкій, легко улетучивающійся.	Желтый, твердый, кристаллическій, въ небольшомъ количествѣ почти бѣлый.	Сѣра S.	Образуется изъ сѣры и нѣкоторыхъ сѣрнистыхъ соединеній.
Темно-красный, почти черный, жидкій, легко улетучивающійся.	Красно-желтый, прозрачный, твердый.	Сѣрнистый мышьякъ.	Получается отъ реальгара, аурипигмента и нѣкоторыхъ другихъ соединеній, содержащихъ въ себѣ мышьякъ и сѣру.
Черный, твердый, улетучивающійся съ трудомъ.	Красно-бурый.	Оксисульфидъ сурьмы Sb_2OS_2.	Получается отъ антимонита и нѣкоторыхъ соединеній сурьмы и сѣры съ металлами.

Возгоны и налеты въ закрытой трубкѣ (конецъ).

Характеръ налета или возгона. Горячаго.	Характеръ налета или возгона. Холоднаго.	Вещество.	Примѣчанія.
Блестяще-черный, твердый, у мѣста нагрѣва часто сѣрый кристаллическій.		Мышьякъ As.	Получается отъ самороднаго мышьяка и нѣкоторыхъ мышьяковистыхъ металловъ. Если нижній край трубки разбить, а налетъ нагрѣть, слышится чесночный запахъ.
Блестящій черный, твердый.		Сѣрнистая ртуть HgS.	При растираніи въ мелкій порошокъ налетъ принимаетъ красный цвѣтъ.
Черные, плавкіе шарики, изъ которыхъ самые мелкіе пропускаютъ красные лучи.		Селенъ Se.	Получается изъ селена, сопровождается обыкновенно кристаллами селенистаго ангридрида SeO_2.
Черные плавкіе шарики.		Теллуръ Te.	Изъ теллура и нѣкоторыхъ телуристыхъ металловъ. Сопровождается обыкновенно плавкими шариками теллуристаго ангидрида TeO_2.
Сѣрые металлическіе шарики, которые можно собрать въ одну каплю, соскабливая налетъ бумажкой.		Ртуть Hg.	Получается отъ самородной ртути и изъ амальгамъ.
Бѣлый, твердый.		Хлористые свинецъ и сурьма, окиси мышьяка и сурьмы, аммонійныя соли.	

Въ противоположность закрытымъ, **открытыя трубки** (рис. 12) предназначаются для нагрѣванія испытуемыхъ веществъ въ струѣ непрерывно протекающаго воздуха. Въ виду этого онѣ прежде всего имѣютъ гораздо большій діаметръ, который колеблется обыкновенно отъ пяти до семи миллиметровъ. Соотвѣтственно тому и длина трубки достигаетъ пятнадцати или даже семнадцати сантиметровъ. Очень часто употребляются для испытаній совершенно прямыя трубки, но такая форма ихъ представляетъ то неудобство, что испытуемое вещество легко изъ нихъ высыпается. Въ виду этого гораздо удобнѣе дѣлать легкій загибъ трубки на разстояніи трехъ или четырехъ сантиметровъ отъ ея устья, для чего ее можно размягчить предварительно въ пламени спиртовой лампы. Чтобы увеличить поверхность изслѣдуемаго вещества и тѣмъ самымъ усилить доступъ къ нему кислорода, оно должно быть тщательно растерто въ ступкѣ. Вносится оно въ короткое колѣно трубки на сложенной вдвое бумажкѣ и ссыпается около самаго загиба.

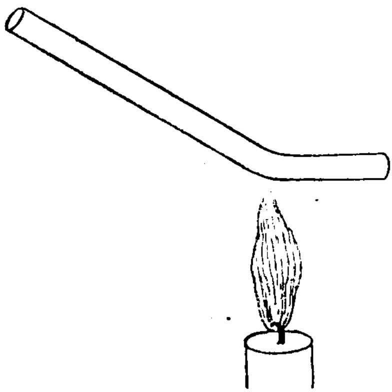


Рис. 12. Открытая трубка.

Тогда трубка вносится наклонно, подъ угломъ въ 20 или 30 градусовъ, въ пламя спиртовой лампы или держится *надъ* свѣчкой или передъ паяльной трубкой, при чемъ нагрѣвается предварительно нижняя часть длиннаго колѣна ея, лежащая непосредственно выше вещества. И только тогда, когда въ наклоненной и нагрѣтой такимъ образомъ трубкѣ установится непрерывный токъ воздуха, нагрѣваютъ уже, сначала до небольшой, а потомъ до самой высокой температуры ея нижнее колѣно непосредственно подъ самой пробой.

Нагрѣваясь и окисляясь, испытуемыя вещества разлагаются съ выдѣленіемъ характерно пахнущихъ газовъ, доказывающихъ присутствіе мышьяка, селена и сѣры, и образованіемъ характерныхъ налетовъ, данныя о которыхъ сведены въ помѣщаемую ниже таблицу.

Таблица налетовъ въ открытой трубкѣ (начало).

Характеръ налета.	Вещество.	Примѣчанія.
Черный, летучій.	Мышьякъ и сѣрнистая ртуть.	Такіе налеты образуются часто при слишкомъ быстромъ нагрѣваніи минераловъ, содержащихъ мышьякъ, ртуть, сурьму и сѣру. Когда опытъ ведется правильно, при непрерывномъ токѣ воздуха, окисленіе совершается вполнѣ и такихъ налетовъ не образуется.
Бурый.	Оксисульфидъ сурьмы.	
Желтый, оранжевый, легко улетучивающійся.	Сѣра и сѣрнистый мышьякъ.	
Красный, летучій.	Селенъ.	Сопровождаетъ часто налетъ селенистаго ангидрида SeO_2.
Въ горячемъ состояніи блѣдно-желтый, въ холодномъ—бѣлый.	Молибденовый ангидридъ MoO_3.	Медленно образуется при нагрѣваніи окиси молибдена или сѣрнистаго молибдена и осѣдаетъ около пробы въ видѣ сѣточки нѣжныхъ кристалловъ.
Бѣлый, кристаллическій, легко улетучивающійся.	Окись мышьяка As_2O_3.	Налетъ ложится кольцомъ и въ горячихъ мѣстахъ трубки кристаллизуется въ видѣ ясно замѣтныхъ октаэдровъ.
Бѣлый, кристаллическій, легко улетучивающійся.	Селенистый ангидридъ SeO_2.	Налетъ осѣдаетъ обыкновенно въ видѣ лучистыхъ призматическихъ кристалловъ и часто сопровождается небольшими количествами свободнаго селена въ видѣ тонкаго порошка.
Бѣлые или блѣдно-желтые шарики, которые медленно улетучиваются.	Теллуристый ангидридъ TeO_2.	

Таблица налетовъ въ открытой трубкѣ (конецъ).

Характеръ налета	Вещество.	Примѣчанія.
Бѣлый, кристаллическій, медленно улетучивающійся.	Окись сурьмы Sb_2O_3.	Получается изъ сурьмы и ея соединенія, не содержащихъ сѣры. Налетъ состоитъ изъ кристалловъ двоякаго рода: октаэдровъ, напоминающихъ кристаллы окиси мышьяка, и призмъ.
Блѣдный, соломенно-желтый въ горячемъ состояніи и бѣлый въ холодномъ, неплавкій, не летучій, аморфный.	Сурьмянокислая сурьма $SbSbO_4$.	Получается изъ сѣрнистой сурьмы и соединеній сурьмы и сѣры съ металлами въ видѣ густого бѣлаго дыма, восходящаго, вверхъ по трубѣ и осѣдающаго главнымъ образомъ, на ея нижней сторонѣ. Этотъ налетъ сопровождается обыкновенно летучимъ налетомъ окиси сурьмы Sb_2O_3.
Бѣлый, не летучій и неплавкій.	Сѣрнисто-кислый или сѣрнокислый свинецъ.	Получается изъ сѣрнистаго свинца въ видѣ легкаго налета, который осаждается по большей части недалеко отъ пробы на нижней сторонѣ трубки.
Сѣрые металлическіе шарики, способные улетучиваться.	Металлическая ртуть.	Кусочкомъ бумаги налетъ можетъ быть собранъ въ одну каплю.

Помимо описанныхъ испытаній сухимъ путемъ, весьма важнымъ подсобнымъ средствомъ при изслѣдованіи минераловъ служитъ и **мокрый анализъ**, растворeніе ихъ въ кислотахъ и, если нужно дальнѣйшее изслѣдованіе, обратное осажденіе растворившихся веществъ съ помощью соотвѣтствующихъ реактивовъ. Будетъ поэтому кстати сказать нѣсколько словъ по поводу этихъ операцій.

Въ качествѣ растворителя употребляется въ минералогической практикѣ чаще всего крѣпкая соляная кислота. Азотной

кислотой удобнѣе всего пользоваться при раствореніи мышьяковистыхъ и сѣрнистыхъ соединеній, а также при выдѣленіи студнеобразной кремневой кислоты изъ силикатовъ. Сѣрная же кислота примѣняется еще рѣже, когда нужно бываетъ разложить, напримѣръ, фосфорнокислыя соли. По дѣйствію своему на кожу она наиболѣе опасна. Помимо того, она очень бурно смѣшивается, особенно въ нагрѣтомъ состояніи, съ водою, почему осторожность всегда требуетъ приливать, когда это нужно, кислоту къ водѣ, а не воду къ кислотѣ. Если же приливается вода къ горячей сѣрной кислотѣ, происходитъ взрывъ, при чемъ частицы кислоты разбрызгиваются въ разныя стороны. Для растворенія въ кислотахъ минералъ долженъ быть превращенъ въ тончайшую пыль растираніемъ въ ступкѣ, чтобы раздроблены были его мельчайшіе кристаллы и уничтоженъ всякій слѣдъ его кристаллическаго состоянія, которое дѣлаетъ его трудно растворимымъ. Значеніе измельченія минерала въ пыль для испытанія его растворимости огромно и, по выраженію Брэша, „никогда не можетъ быть переоцѣнено“. Нѣкоторыя вещества растворяются въ кислотахъ болѣе или менѣе легко уже при комнатной температурѣ, но чаще всего пробирку съ веществомъ и кислотою приходится подогрѣвать на свѣчкѣ до кипѣнія. И при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что появляющіеся при сильномъ нагрѣваніи пары кислотъ, распространяясь въ воздухѣ, дѣйствуютъ на организмъ очень вредно, такъ что кипяченіе ихъ всегда слѣдуетъ производить въ большой комнатѣ и при хорошей вентиляціи, а выпариваніе только при хорошей тягѣ. Слѣдуетъ далѣе помнить, что нерастворимыя вещества, накаливаясь на днѣ пробирки, имѣютъ свойство превращать время отъ времени въ пары окружающую жидкость, отчего слѣдуютъ такъ называемые „толчки“, отъ которыхъ кислота и вещество съ силою выплескиваются изъ пробирки, забрызгивая потолокъ или стѣну комнаты. Въ виду этого при нагрѣваніи пробирки ее всегда слѣдуетъ держать отверстіемъ въ сторону и постояннымъ потряхиваніемъ не давать веществу осѣдать книзу.

Особенно важное значеніе имѣетъ примѣненіе кислотъ при анализѣ и опредѣленіи *силикатовъ*, при чемъ, какъ указано

было выше, всякій силикатъ можетъ быть узнанъ по образованію прозрачнаго студня послѣ сплавленія его съ содой и обработки разбавленной азотной кислотою. Но для дѣла опредѣленія важно бываетъ знать не только то, принадлежитъ ли данный минералъ къ силиктамъ, но и то, растворяется ли онъ въ кислотѣ, а если растворяется, то въ какомъ состояніи выдѣляется при этомъ содержащійся въ немъ кремнеземъ. Если силикатъ не растворимъ, онъ, подобно всякимъ нерастворимымъ веществамъ, во все время опыта будетъ оставаться въ видѣ механически взвѣшенной въ растворителѣ пыли, дѣлая его молочно-мутнымъ. Растворимые же силикаты ведутъ себя при этомъ двояко. Нѣкоторые изъ нихъ цѣликомъ переходятъ въ растворъ, который дѣлается подъ конецъ совершенно прозрачнымъ, безъ всякаго признака въ немъ какого-либо посторонняго, нерастворимаго вещества, а при выпариваніи его до небольшого объема или же при медленномъ охлажденіи и стояніи приблизительно въ теченіе полусутокъ образуетъ прозрачный же, но легко узнаваемый студень. Другіе же растворимые силикаты, вполнѣ отдавая въ растворъ заключенные въ нихъ металлы, кремнекислоты своей не растворяютъ и выдѣляютъ ее въ видѣ прозрачнаго слизистаго песка, который легко узнать какъ по неполному освѣтлѣнію раствора, такъ и по крупинкамъ полупрозрачнаго кремнезема, которыя остаются на стѣнкахъ пробирки при встряхиваніи. Эти два вида растворенія силикатовъ нужно строго различать, такъ какъ образованіе въ кислотахъ студня или зернистаго кремнезема служитъ важнымъ отличительнымъ признакомъ многихъ минераловъ.

Этимъ испытаніемъ минерала кислотой, обыкновенно соляной, и ограничивается обычно примѣненіе къ его опредѣленію жидкихъ реактивовъ. Но иногда, особенно когда имѣешь дѣло съ силикатами, содержащими въ своемъ составѣ желѣзо, алюминій, кальцій и магній, и колеблешься въ выборѣ между близкими видами, очень умѣстно бываетъ продѣлать и еще нѣсколько мокрыхъ испытаній. Вотъ упрощенный ходъ анализа раствореннаго вещества, когда въ опредѣляемомъ минералѣ, судя по формуламъ опредѣлителя, могутъ быть въ наличности только перечислены элементы, а также калій, натрій и дру-

гіе щелочные металлы, которые не мѣшаютъ правильности заключеній.

Растертый въ тонкую пыль порошокъ силиката сплавляется въ петлѣ платиновой проволоки съ тройнымъ объемомъ безводной соды, какъ это подробно было описано въ параграфѣ объ окрашиваніи пламени, при чемъ заготовляется нѣсколько штукъ такихъ сплавленныхъ шариковъ, шарики эти завертываются въ бумажку, разбиваются на наковальнѣ и растираются въ ступкѣ. Растертое вещество ссыпается въ выпаривательную чашечку и растворяется при легкомъ подогрѣваніи со слабой соляной кислотой. Когда растворепіе кончено, жидкость медленно выпаривается до полнаго высыханія, при чемъ, во избѣжаніе растрескиванія, чашка ставится на густую мѣдную сѣтку, а во избѣжаніе разбрызгиванія раствора онъ помѣшивается при сгущеніи стеклянной палочкой.

Когда растворъ выпаренъ *совершенно досуха,* чашкѣ даютъ время остыть, наливаютъ въ нее немного слабой соляной кислоты, снова слегка подогрѣваютъ и затѣмъ, по охлажденіи, фильтруютъ жидкость съ помощью стеклянной химической воронки и бумажнаго фильтра, сдѣланнаго въ видѣ колпачка изъ фильтровальной бумаги. Косточакъ этотъ точно пригоняется къ размѣрамъ воронки, что просто достигается тѣмъ, что квадратный кусокъ бумаги складывается вчетверо и затѣмъ расправляется въ видѣ конуса. Края фильтра обрѣзаются ножницами ниже краевъ воронки, а самъ онъ смачивается водой и плотно прижимается къ стѣнкамъ воронки; процѣженныя черезъ него жидкости должны быть *идеально* прозрачны. Только такія жидкости и годны для химическихъ испытаній. Испытанія же эти ведутся непремѣнно въ слѣдующемъ порядкѣ.

Очищенная отъ кремнекислоты жидкость нагрѣвается до кипѣнія. Затѣмъ къ ней прибавляется въ небольшомъ избыткѣ амміакъ, дѣйствіемъ котораго тотчасъ же осаждаются въ видѣ мелкихъ хлопьевъ гидраты алюминія и желѣза. Гидратъ алюминія бѣлаго цвѣта, гидратъ желѣза—бураго. Поэтому, если послѣ приливанія амміака выпалъ бѣлый осадокъ, можно сразу же заключить, что въ изслѣдуемомъ веществѣ былъ алюминій и не было желѣза; если же появившіяся хлопья окрашены въ

бурый цвѣтъ, то можно подозрѣвать, что присутствіе алюминія стушевано желѣзомъ, и въ такомъ случаѣ необходимо бываетъ сдѣлать провѣрочный опытъ. Собранный на фильтрѣ осадокъ гидратовъ смывается въ пробирку и кипятится въ ней съ небольшимъ количествомъ ѣдкаго натра. Тогда гидратъ алюминія переходитъ въ растворъ и можетъ быть такимъ образомъ отфильтрованъ отъ нерастворимаго въ ѣдкомъ натрѣ гидрата желѣза. Профильтрованная жидкость подкисляется соляной кислотой, кипятится и обрабатывается аммiакомъ, взятымъ въ нѣкоторомъ избыткѣ. Тогда появившіеся бѣлые хлопья свидѣтельствуютъ, что, помимо желѣза, силикатъ заключалъ въ себѣ и алюминій.

Приступая затѣмъ къ испытанію на кальцій, надо прежде всего убѣдиться, что имѣвшіеся въ растворѣ желѣзо и алюминій удалены изъ него совершенно, для чего стоитъ только прибавить къ фильтрату изъ-подъ нихъ нѣсколько капель нашатырнаго спирта. Если растворъ чистъ, отъ этого подливанія не появится уже никакого осадка, если онъ еще не чистъ, надо осадить и сполна выдѣлить изъ него фильтрованіемъ оба названные элемента.

Для выдѣленія кальція жидкость кипятится и обрабатывается небольшимъ количествомъ раствора щавелевокислаго аммонія. Щавелевокислый кальцій осаждается въ видѣ чрезвычайно тонкаго порошка, легко проходящаго черезъ поры фильтра, и чтобы совершенно выдѣлить его изъ раствора, осадку нужно дать время осѣсть на дно пробирки и затѣмъ уже фильтровать раза три-четыре подъ рядъ черезъ одинъ и тотъ же фильтръ, пока поры бумаги не закупорятся и не будетъ стекать уже совершенно чистая жидкость. Затѣмъ къ полученному такимъ образомъ прозрачному фильтрату подливается нѣсколько капель только что употребленнаго для осажденія кальція щавелевакислаго аммонія, чтобы убѣдиться, что растворъ отъ этого подливанія не мутнѣетъ и что, слѣдовательно, названный металлъ выдѣленъ изъ жидкости начисто. Тогда къ раствору прибавляется нѣкоторое количество фосфорнокислаго натрія и крѣпкаго аммiака. Выдѣляется магній, осадокъ котораго, если его мало, появляется иногда только спустя нѣсколько часовъ

послѣ испытанія. Изъ другихъ испытаній мокрымъ путемъ отмѣтимъ еще только реакціи на закись желѣза и фосфоръ. Закись желѣза узнается по синему осадку, который выпадаетъ при подливаніи къ раствору изслѣдуемаго минерала раствора *красной* кровяной соли, а фосфоръ—по желтому осадку, который появляется послѣ приливанія молибденово-кислаго аммонія къ испытуемому раствору. Для успѣшности этого послѣдняго испытанія реакцію слѣдуетъ вести при комнатной температурѣ или только при слабомъ нагрѣваніи, прибавляя къ реактиву сначала только небольшое количество раствора минерала въ соляной или, лучше, въ азотной кислотѣ.

Осажденныя при всѣхъ этихъ испытаніяхъ вещества промываются на фильтрѣ четырехкратнымъ прибавленіемъ дистиллированной воды и испытываются затѣмъ сухимъ путемъ: аллюминій и магній прокаливаніемъ съ азотнокислымъ кобальтомъ, желѣзо-сплавленіемъ съ бурою, кальцій—окрашиваніемъ пламени, фосфоръ—нагрѣваніемъ съ магнезіей въ закрытой трубкѣ, и такимъ образомъ въ составѣ изслѣдованнаго минерала не остается уже никакихъ сомнѣній.

Итакъ, мы познакомились теперь со всѣми методами изслѣдованія физическихъ и химическихъ свойствъ минераловъ, примѣняющимися въ настоящее время при ихъ опредѣленіи сухимъ путемъ. Остается освоиться со всѣми ними на практикѣ. Начать же свои практическія занятія можно хотя бы по слѣдующей **программѣ первоначальныхъ упражненій** *).

1. Приведя въ надлежащій видъ свѣчу, научиться выдувать чистые и непрерывные конусы.

2. Получить въ окислительномъ пламени и освѣтить до полной безцвѣтности въ возстановительномъ перлъ марганца.

---

*) Для сохранененія внѣшней опрятности такія работы полезно вести на жестяномъ листѣ размѣромъ въ 35 $\times$ 25 сант. съ загнутыми на 1 сант. краями. На дно этого листа каждый разъ кладется полулистъ чистой бумаги.

3. Получить съ бурой окисленные и возстановленные перлы желѣза, кобальта, никкеля, хрома и мѣди.

4. Получить съ фосфорной солью окисленные и возстановленные перлы хрома и никкеля.

5. Окрасить пламя хлористыми соединеніями кальція, стронція, барія, калія и борной кислоты.

6. Приготовить угольную таблетку, просверлить въ надлежащемъ мѣстѣ углубленіе и, сдѣлавши смѣси какихъ-либо свинцовыхъ и висмутовыхъ соединеній съ тройнымъ объемомъ соды, получить налеты на углѣ.

7. Перевести налеты свинца и висмута въ іодистыя соединенія путемъ наложенія на нихъ новаго налета отъ смѣси сѣрнаго цвѣта съ іодистымъ каліемъ.

8. Выдѣлить изъ оставшейся на углѣ сплавленной массы корольки свинца и висмута и изслѣдовать ихъ сначала съ лупою, а потомъ молоткомъ на наковальнѣ.

9. Сплавить на углѣ съ тройнымъ объемомъ соды какое-либо мѣдное соединеніе и, растворивши потомъ въ водѣ спекшуюся массу, выдѣлить чешуйки мѣди.

10. Сплавить съ содой какое-либо сѣрнистое или сѣрнокислое соединеніе и, получивши сѣрную печень, доказать присутствіе сѣры.

11. Получить въ закрытой трубкѣ возгонъ воды изъ мѣднаго купороса или к.-л. другого кристаллическаго соединенія.

12. Разложить и превратить въ уголь путемъ накаливанія въ закрытой трубкѣ кусочекъ сахару.

13. Сплавивши шарикъ фосфорной соли, измельчить его на наковальнѣ и въ ступкѣ, смѣшать съ магнезіей и, нагрѣвши въ закрытой трубкѣ, доказать присутствіе фосфора.

14. Смѣшавши съ фтористымъ кальціемъ равный объемъ измельченнаго въ порошокъ стекла и, нагрѣвши смѣсь въ закрытой трубкѣ, получить бѣлое кольцо, доказывающее присутствіе фтора.

15. Смочить на углѣ растворомъ азотнокислаго кобальта кусочки глинозема и магнезіи и, обжегши ихъ окислительнымъ пламенемъ, доказать измѣненіемъ цвѣта присутствіе аллюминія и магнія.

16. Насытить шарикъ фосфорной соли окисью мѣди, внести въ него поваренной соли и доказать окрашиваніемъ пламени присутствіе хлора.

17. Внести въ шарикъ фосфорной соли крупинку к.-л. силиката и получить скелетъ кремнезема.

18. Накалить въ закрытой трубкѣ смѣсь бѣлаго мышьяка (окись его) съ толченымъ углемъ и получить мышьяковое зеркало.

Продѣлавши приведенныя испытанія и имѣя въ виду пополнить ихъ постепенно другими, указанными въ текстѣ реакціями [1]), вполнѣ уже возможно приступить и къ самому опредѣленію минераловъ.

Приведемъ здѣсь **три примѣра** такого **опредѣленія** по распространенымъ теперь „таблицамъ для опредѣл. минер.“ Кобелля [2]).

1. *Желѣзный колчеданъ.* Начинаемъ опредѣленіе, какъ всегда, съ „общаго обзора“, чтобы найти по нему ту страницу, начиная съ которой данный видъ можно отыскивать. Въ общемъ обзорѣ всѣ минералы распредѣлены прежде всего на два большіе отдѣла, I—обладающіе и II—не обладающіе металлическимъ *блескомъ*. Присматриваясь же къ имѣющемуся у насъ въ рукахъ образцу, мы видимъ его характерный металлическій блескъ, напоминающій блескъ латуни. Искать его слѣдуетъ, очевидно, въ отдѣлѣ первомъ. Отдѣлъ этотъ, какъ и аналогичный ему отдѣлъ II-й, размежеванъ на двѣ группы на основаніи *плавкости* минераловъ передъ паяльной трубкой. Беремся поэтому за паяльную трубку, откалываемъ отъ образца надлежащій осколокъ и *точно* устанавливаемъ, плавокъ онъ или не пла-

[1]) Полученіе перловъ, налетовъ, корольковъ и чешуокъ различныхъ металловъ, окрашиваніе различными элементами пламени, реакціи на хромъ съ содой и селитрой, возгонъ сѣры и ртути въ закрытой трубкѣ, налеты различныхъ веществъ въ открытой трубкѣ и т. д. Много спеціальныхъ реакцій узнается попутно при работѣ съ опредѣлителемъ.

[2]) Для практики по опредѣленію минераловъ можно воспользоваться какой-либо изъ имѣющихся въ продажѣ минералогическихъ коллекцій, хотябы, напримѣръ, собраніемъ уральскихъ минераловъ, наборы которыхъ изъ 50 шт. продаются въ магазинахъ наглядныхъ пособій по 3 р., а изъ 100 шт.—по 6 руб.

вокъ, такъ какъ иначе съ первыхъ же шаговъ попадемъ въ такія дебри опредѣлителя, изъ которыхъ трудно выбраться. Убѣждаемся, что изслѣдуемый минералъ плавится легко и потому обращаемся къ группѣ **А** общаго обзора, носящей заглавіе: „плавкіе отъ 1 до 5 или легкоулетучивающіеся". Группа эта, какъ и всѣ другія группы опредѣлителя, разнесена на стадіи испытаній, пронумерованныя арабскими цифрами. Всѣ указанныя въ нихъ испытанія необходимо продѣлать по порядку. Сначала подъ цифрами 1—4 испытывается какъ ведетъ себя минералъ при прокаливаніи на углѣ, не получается-ли при этомъ налета и не чувствуется ли характернаго запаха мышьяка или селена. Взятый нами минералъ ничего этого не даетъ: онъ сплавляется при обжиганіи въ шарикъ, вокругъ котораго можетъ появиться развѣ только „налетъ" золы отъ сгорѣвшаго угля. Переходимъ поэтому къ стадіи 5-ой, истираемъ небольшое количество своего минерала въ порошокъ, смѣшиваемъ съ содой, сплавляемъ смѣсь на углѣ и испытываемъ сплавленную массу на сѣрную печень. На серебряной монетѣ быстро появляется черное пятно. Очевидно, мы нашли искомую стадію. Она отсылаетъ насъ на стр. 16 опредѣлителя. Находимъ эту страницу и видимъ, что подъ общимъ заголовкомъ „5, передъ паяльн. тр. съ содою даютъ сѣрную печень" слѣдуютъ одно за другимъ описанія отдѣльныхъ видовъ, изъ которыхъ нѣкоторые, болѣе обыкновенные, отмѣчены крупнымъ шрифтомъ. Для экономіи во времени въ первую очередь обращается вниманіе только на нихъ. Изъ нихъ же четыре первыхъ, аргентитъ, киноварь, галенитъ и мѣдный блескъ, явно не подходятъ къ нашему образцу уже по своему сѣрому цвѣту. Но слѣдующій за ними борнитъ, обладающій мѣднымъ оттѣнкомъ, останавливаетъ уже на себѣ наше вниманіе. Изслѣдуемъ поэтому, не подходитъ ли взятый нами образецъ къ описанію борнита. Выясняется несходство: Твердость (Т.) борнита = 3, а нашего образца = 6 или нѣсколько выше, при сплавленіи съ содой борнитъ даетъ красныя чешуйки мѣди, а нашъ минералъ такъ не реагируетъ. Обращаемся поэтому къ слѣдующему минералу, отмѣченному крупнымъ шрифтомъ, къ желѣзному колчедану, продѣлываемъ съ нимъ указанныя въ

описаніи испытанія и находимъ, что имѣемъ дѣло именно съ желѣзнымъ колчеданомъ. Но все-таки такъ ли это? Обстоятельность опредѣленія требуетъ *провѣрки*, которая состоитъ въ томъ, что доказывается наличность въ данномъ образцѣ всѣхъ характеризуемыхъ для него элементовъ. Указанная въ опредѣлителѣ формула желѣзнаго колчедана $Fe\ S_2$. Присутствіе въ немъ сѣры доказано образованіемъ сѣрной печени, присутствіе желѣза можно доказать полученіемъ характернаго перла. Минералъ опредѣленъ съ несомнѣнностью.

2. *Известковый шпатъ.* Слѣдуя „общему обзору“, находимъ, что образецъ не обладаетъ металлическимъ блескомъ и относится поэтому къ отдѣлу II, а передъ паяльной трубкой не плавится и долженъ поэтому находиться въ группѣ „**В**, неплавкіе или плавящіеся выше 5“. Стадіи 1 и 2 этой группы относятся къ минераламъ, которые при смачиваніи растворомъ азотнокислаго кобальта принимаютъ синюю или зеленую окраску, нашъ же минералъ при этомъ испытаніи своей окраски не измѣняетъ. Переходимъ поэтому къ стадіи „3, послѣ прокаливанія обнаруживаютъ щелочную реакцію, окрашивая влажную куркумовую бумажку въ красно-бурый цвѣтъ“. Для этого испытанія хорошо обжигаемъ передъ паяльной трубкой небольшой осколокъ минерала, какъ бы изслѣдуя его плавкость; потомъ начисто моемъ, вытираемъ и переворачиваемъ наверхъ дно акварельной чашечки, кладемъ на него кусочекъ куркумовой бумажки, увлажняемъ ее каплей воды и кладемъ поверхъ обожженный осколокъ. Черезъ минуту подъ нимъ ясно обозначается краснобурое пятно.

Заключаемъ отсюда, что искомая стадія найдена. Она отсылаетъ насъ къ стр. 85 опредѣлителя. Здѣсь опять встрѣчаемся съ двумя подраздѣленіями: въ одномъ указаны минералы, дающіе въ закрытой трубкѣ возгонъ воды, въ другомъ—его не дающіе. Продѣлывая же съ нашимъ образцомъ указанное испытаніе, находимъ, что воды онъ не выдѣляетъ: при нагрѣваніи его зеренъ въ закрытой трубкѣ появляется на стѣнкахъ трубки только легкая муть отъ выдѣлившейся гигроскопической воды. Обращаемся поэтому къ подраздѣленію „б) передъ п. тр. въ колбочкѣ не выдѣляютъ воды“. Первымъ въ этомъ подраз-

дѣленіи описанъ известковый шпатъ, всѣ признаки котораго имѣются и въ нашемъ образцѣ. Дѣлаемъ *провѣрку*, имѣя въ виду данную въ опредѣлителѣ формулу $Ca\ CO_3$. Присутствіе угольной кислоты доказываемъ выдѣленіемъ углекислаго газа при растворенiи въ соляной кислотѣ и помутнѣніемъ капли ѣдкаго барита, пущеной по стѣнкѣ пробирки, а присутствіе кальція—окрашиваніемъ пламени, для чего осколокъ минерала надо смочить соляной кислотой, чтобы перевести его кальцій въ летучее соединеніе.

3. *Змѣевикъ* или *серпентинъ*. Основываясь на блескѣ даннаго минерала, ищемъ его въ отдѣлѣ II, а принимая во вниманіе его трудноплавкость, переходящую въ нѣкоторыхъ образцахъ въ абсолютную неплавкость передъ паяльн. тр., — въ группѣ „неплавкихъ". Первыя три стадіи этой группы, заключающія въ себѣ испытанія съ азотнокисл. кобальтомъ и куркумовой бумажкой, ему не отвѣчаютъ. Подвигаемся далѣе, переходимъ къ испытанію въ соляной кислотѣ и видимъ, что при кипяченіи съ нею истертаго въ пыль порошка взятаго минерала онъ начинаетъ медленно разлагаться, что видно по отложенію на стѣнкахъ пробирки прозрачныхъ зернышекъ кремнезема.

Очевидно, мы имѣемъ дѣло съ силикатомъ и останавливаемся поэтому на стадіи 5-й, въ которой опять встрѣчаемся съ двумя подраздѣленіями: „а) передъ п. тр. выдѣляютъ воду" и „б) передъ паяльной трубкой воды не выдѣляютъ". При испытаніи зеренъ опредѣляемаго минерала въ закрытой трубкѣ оказывается, что на стѣнкахъ ея появляется густой налетъ воды, которая и стекается въ сплошную каплю. Останавливаемся поэтому на подраздѣленіи „а" и переходимъ, сообразно сдѣланной на немъ помѣткѣ, на стр. 92 опредѣлителя. Здѣсь съ первыхъ же шаговъ встрѣчаемъ какъ будто подходящій для насъ минералъ, хризоколлу, имѣющую зеленый цвѣтъ и выдѣляющую при кипяченіи съ соляной кислотой студенистый песокъ кремнезема.

Но хризоколла содержитъ въ своемъ составѣ мѣдь, которая узнается полученіемъ характернаго перла или выдѣленіемъ мѣдныхъ чешуекъ при сплавленіи съ содой. Опредѣляемый же

минералъ этихъ реакцій не даетъ. Слѣдующій же отмѣченный крупнымъ шрифтомъ видъ, змѣевикъ, вполнѣ отвѣчаетъ по своимъ свойствамъ нашему минералу. При *провѣркѣ* формула его (Mg Fe) H_4 Si O_9 вполнѣ оправдывается выдѣленіемъ кремнезема при обработкѣ кислотою, полученіемъ желѣзнаго перла и осажденіемъ магнія фосфорнокислымъ натріемъ, какъ указано въ параграфѣ о мокрыхъ реакціяхъ.

Приведемъ въ заключеніе **списокъ инструментовъ и веществъ**, необходимыхъ для вполнѣ оборудованной домашней минералогической лабораторіи, и укажемъ приблизительную стоимость ихъ по прейсъ-курантамъ московскихъ фирмъ.

Списокъ инструментовъ и посуды.

Паяльная трубка	—	р.	90	к.
Молотокъ Платнера	1	„	25	„
Наковальня 4 × 5 сант.	1	„	25	„
Пинцетъ	—	„	75	„
Агатовая ступка 4 сант. вн. діам.[1]	2	„	50	„
Платиновая проволока діам. въ 0,4 милл.[2] 1/3 метра	2	„	25	„
Матовая фарфоровая пластинка 75 × 28 милл. . . .	—	„	25	„
Зажимъ для платиновой проволоки	—	„	55	„
Сверло для угля	—	„	70	„
Магнитное долотце	—	„	70	„
Фарфоровыхъ блюдечекъ 3 по 10 к.	—	„	30	„
Фарфоровыхъ чашечекъ 5 по 5 к.	—	„	25	„
Закрытыхъ трубокъ 100	1	„	50	„
Открытыхъ трубокъ 25	—	„	40	„
Наборъ изъ 10 минераловъ для опредѣленія твердости	2	„	—	„
Роговая ложечка наименьшихъ размѣровъ	—	„	7	„
Пробирокъ 20 шт.	—	„	40	„
Пипетки 3 по 10 к.	—	„	30	„
Колбочка на 15 gr.	—	„	5	„

[1]) Можно пріобрѣсти и болѣе дешевую ступку меньшого діаметра.

[2]) Лучше поискать проволоки меньшого размѣра.

Колбочка на 30 gr.	— р.	6 к.
„ „ 60 „	— „	6 „
Воронка химическая	— „	10 „
Фарфоровая чашка для выпариванія діам. въ 7 сант.	— „	20 „
Треножникъ проволочный	— „	30 „
Сѣтка желтой мѣди 12×4 вершк.	— „	50 „
Спиртовая лампочка въ 60 куб. сант.	— „	30 „
Фильтровальная бумага, десть	— „	30 „
Куркумовая бумага, 1 листъ	— „	8 „
Лакмусовая „ синяя, 1 листъ	— „	8 „
„ „ красная, 1 листъ	— „	8 „
Итого. . . .	17 р.	73 к.

Списокъ веществъ.

a) Сухіе реактивы: Сода безводная Natrium carbon. chem. pur. anhydric., Бура Natrium tetraboricum, Фосфорная соль Natrium ammonio-phosphoricum, Іодистый калій Kali jodatum, Сѣрный цвѣтъ Flores sulfuris, Окись мѣди Cuprum oxydatum pur. pulv., Кислый сѣрно-кислый калій Kali bisulfuricum, Фтористый кальцій Calcium fluoratum ch. pur. pulverat, Магнезія Magnesium oxydatum ustum, Селитра каліиная Kali nitricum, Цинкъ металлич. Zincum metallicum raspatum, Олово металлич. Stannum metallic. granulat., Кобальтъ азотнокислый Cobaltum nitricum, Ѣдкое кали Kali hydricum (абсолютно чистое).

b) Жидкіе реактивы: Кислота соляная Acid. muriaticum purum, Кислота азотная Acid. nitricum chem. pur. 1.40, Кислота сѣрная Acid. sulfuricum chem. pur. 1.84, Нашатырный спиртъ (аммiакъ) Ammonium caustic. solut, Ѣдкій баритъ Baryum hydricum, Молибденовокислый аммоній Ammon. molybdaenicum, Щавелевокислый аммоній Ammon. oxalicum puriss. Кислый фосфорнокислый натръ Natr. phosphoricum, Хлористый барій Baryum chloratum, Азотнокислое серебро Argentum nitricum puriss. in bacill., Желѣзосинеродистый калій Kali ferricyanatum, Желѣзистосинеродистый калій Kali ferrocyanatum.

c) Дополнительныя вещества для практики: Перекись марганца Manganum hyperoxydatum, Азотнокислый висмутъ Bismuthum subnitric. puriss. leviss, Мѣдный купоросъ Cuprum sulfuricum chem. pur., Окись алюминія Aluminium oxyd. praecipitat. puriss., Окись хрома Chromium oxydat. chem. pur., Азотнокислый кадмій Cadmium nitricum, Сѣрнокислый никкель Niccolum sulfuricum, Хлористый литій Lithium chloratum, Хлористый стронцій Strontium chlorat pur., Хлористая сурьма Stibium trichloratum, Мышьякъ бѣлый Arsenicum album totum, Киноварь Hydrargyrum sulfuratum nigrum, Вольфрамовокислый натрій Natrium wolframicum.

Что касается количества перечисленныхъ реактивовъ, которое нужно для всѣхъ указанныхъ въ книгѣ испытаній и дальнѣйшей практики по опредѣленію, то наиболѣе подходящими будутъ слѣдующія: Соляная кислота—500 гр., азотная—200, сѣрная—50, нашатырный спиртъ—200, сода—50, азотнокислый кобальтъ, іодистый калій и азотнокислое серебро—по 10, магнезія—5, а всѣ остальные по 25 гр. Всѣ же остальныя, дополнительныя вещества можно имѣть въ ничтожныхъ количествахъ, не превышающихъ 2—3 граммовъ.

Вся **лабораторія** сухого анализа представляетъ изъ себя, такимъ образомъ, въ высшей степени компактный наборъ, который весь можетъ быть уложенъ въ небольшой ящикъ размѣромъ хотя бы въ 25 $\times$ 25 $\times$ 4 сант. Имѣются такія лабораторіи и карманнаго размѣра. Внутренность такихъ ящиковъ раздѣляется продольными и поперечными перегородками, соотвѣтствующими размѣрамъ инструментовъ и стеклянныхъ трубочекъ, въ которыхъ хранятся реактивы. Вполнѣ достаточно для самыхъ разнообразныхъ испытаній имѣть въ такомъ ящикѣ паяльную трубку, ступку, молотокъ, наковальню, зажимъ для проволоки, сверло, пинцетъ, магнитъ, двѣ пробирки, пипетку, роговую ложечку, 25 закрытыхъ и 3 открытыхъ трубки, акварельную чашечку и наборъ небольшихъ кусочковъ минераловъ для опредѣленія твердости. Въ удлиненныхъ флаконахъ съ притертыми пробками, обвязанными плотной матеріей, хранятся соляная кислота и нашатырный спиртъ. Въ трубочки размѣромъ приблизительно въ 5 сант. длины съ діаметромъ въ $1^1/_2$ сант. по-

мѣщаются бура, фосфорная соль, сода, нарѣзаная куркумовая бумага и платиновая проволока; въ трубки того же діаметра при 4 сант. длины—смѣсь сѣрнаго цвѣта съ іодистымъ каліемъ, азотнокислый кобальтъ, ѣдкое кали, кислый сѣрнокислый калій, миталлическіе цинкъ и олово, щавелевокислый и молибденовокислый аммоній; въ трубки 4 сант. длины при діаметрѣ въ 1 сант.—калійная селитра, фтористый кальцій, красная кровяная соль, окись мѣди, ѣдкій баритъ и магнезія. Спроектировать такой ящикъ по своему вкусу и помѣстить въ него всю свою походную лабораторію въ высшей степени практично.

Прибавимъ еще въ заключеніе, что стоимость полнаго набора инструментовъ, посуды и веществъ, необходимыхъ для работъ по изслѣдованію и опредѣленію минераловъ, достигаетъ приблизительно 25 руб., при чемъ реактивы пріобрѣтаются за эти деньги въ количествѣ, достаточномъ для обширной группы занимающихся. Что же касается начальныхъ занятій съ паяльной трубкой, вполнѣ, однако, достаточныхъ для ознакомленія съ основными пріемами минералогическихъ испытаній, то для нихъ можно имѣть подъ рукой только паяльную трубку, пинцетъ, небольшой кусокъ платиновой проволоки, по десятку закрытыхъ и открытыхъ трубокъ, двѣ пробирки и ничтожное количество указанныхъ въ спискѣ сухихъ реактивовъ и кислотъ. Стоимость этихъ только пособій не превышаетъ четырехъ или пяти рублей и должна быть признана совершенно ничтожной въ виду того значенія, которое имѣетъ для интересующихся естествознаніемъ ознакомленіе съ сухимъ анализомъ, не только обогащающимъ занимающихся обширнымъ и живымъ фактическимъ матеріаломъ, но и дающимъ имъ въ руки одно изъ сильнѣйшихъ и простѣйшихъ средствъ разгадывать окружающія загадки природы.

Оглавленіе.